

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра технічної кібернетики

«На правах рукопису»
УДК 004.4

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
_____ І.Р. Пархомей
(підпис)

“ ____ ” _____ 2019 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології»

на тему: Система управління рухомим об'єктом в роботизованому виробництві

Виконала: студентка другого курсу, групи ІК-82мп
(шифр групи)

_____ Дем'янова Юлія Олександрівна _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник доцент, к.т.н., доцент, Ліхоузова Т.А. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант НК доцент, к.т.н., доцент, Пасько В.П. _____
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра технічної кібернетики

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність 126 «Інформаційні системи та технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ І.Р. Пархомей

(підпис)

« ____ » _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Дем'яновій Юлії Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Система управління рухомим об'єктом в роботизованому виробництві»

науковий керівник дисертації Ліхоузова Тетяна Анатоліївна, доцент,
к.т.н. доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «28»жовтня 2019 р. №3770-с

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження - система контролю роботизованого виробництва _____

4. Предмет дослідження - підсистема контролю управління
роботизованого пристрою

5. Перелік завдань, які потрібно розробити - аналіз проблематики, аналіз
існуючих рішень, аналіз можливих видів конфігурації системи, розробка
системи контролю управління, моделювання роботи системи.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу – шість плакатів.

7. Орієнтовний перелік публікацій – одна публікація

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Перевірка на плагіат	Лісовиченко О.І., доцент		
Нормконтроль	Пасько В.П., доцент		

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз предметної області		
2	Постановка задачі		
3	Вибір технологій розробки		
4	Розробка системи управління		
5	Розробка системи прогнозування		
6	Тестування системи		
7	Аналіз стартап-проекту		
8	Висновки		

Студент

(підпис)

Дем'янова Ю.О.
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Ліхоузова Т.А.
(ініціали, прізвище)

АНОТАЦІЯ

У роботі розглянуто проблему управління роботизованими засобами на виробництві.

В розділі проблематики оглянуто існуючі системи для автоматизації роботи складу на виробництві, у тому числі блоку прогнозування кількості активних роботизованих пристроїв. В процесі доведено доцільність підсистеми прогнозування на основі нейронних мереж, розроблено вимоги до системи.

Оглянуто технології та інструменти розробки системи автоматизованого складу. Визначено архітектуру системи.

Описано реалізовану структуру взаємодії та впровадження системи, протестована доцільність додання аналітичного блоку прогнозування до системи автоматизованого складу.

Розроблена маркетингова стратегія та плани для впровадження системи.

Ключові слова: автоматизований склад, нейронна мережа, warehouse,

Розмір пояснювальної записки – 82 аркуші, містить 19 ілюстрацій, 29 таблиць, 2 додатки (один з яких, це графічний матеріал, що містить 6 плакатів).

ABSTRACT

The paper examines the problem of control system for moving object on robotic industries.

The section of analysis examines existing systems for automating warehouse operations in the manufacturing, including the prediction unit for the number of active robotic devices. In the process, the feasibility of a neural network based prediction system was proved, and system requirements were developed.

The technologies and tools for the development of the automated warehouse system are examined. System architecture is defined.

The structure of interaction and implementation of the system is described, the expediency of adding an analytical block of prediction to the system of automated warehouse was tested.

Developed marketing strategy and plans for implementation of the system.

Keywords: automated warehouse, neural network, warehouse.

The size of the explanatory note - 82 sheets, contains 19 illustrations, 29 tables, 2 attachments (one of which is graphic material containing 6 posters).

**Пояснювальна записка
до магістерської дисертації**

на тему: Система управління рухомим об'єктом в роботизованому
виробництві

Київ – 2019 року

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	9
ВСТУП	10
РОЗДІЛ 1 ОПИС ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	12
1.1 Опис проблематики	12
1.2 Огляд існуючих рішень	15
1.2.1 TQM Systems	15
1.2.2 Qguar WMS	18
1.3 Дослідження предметної області.....	19
1.4 Огляд роботизованих пристроїв за типом виконавчих операцій	20
1.5 Огляд систем за ступенем автоматизації.....	24
1.6 Постановка задачі	27
Висновок до розділу.....	28
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	29
2.1 Нейронна мережа	29
2.1.1 Навчання нейронної мережі.....	32
2.1.2 Архітектура нейронної мережі	32
2.1.3 Радіально-базисні функції.....	33
2.2 Мікросервісна архітектура	34
2.3 Середовище розробки.....	38
2.4 Огляд СУБД.....	40
2.5 Розробка інтерфейсу користувача	41
2.6 Розробка архітектури програмного забезпечення	44
Висновок до розділу	47
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО СКЛАДУ	48
3.1 Інтерфейс системи.....	48
3.2 Реалізація бізнес-логіки.....	50
3.3 Навчання системи прогнозування	51
3.4 База даних	52
3.5 Тестування системи	53
Висновок до розділу	57

	8
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ	58
4.1 Опис ідеї проекту	58
4.2 Технологічний аудит ідеї проекту	60
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	60
4.3.1 Аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку.	60
4.3.2 Визначення груп потенційних клієнтів	62
4.3.3 Аналіз ринкового середовища	63
4.3.4 Аналіз пропозиції.....	64
4.3.5 Аналіз умов конкуренції в галузі 5 сил М. Портера.....	65
4.3.7 Аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту	66
4.3.8 SWOT-аналіз	67
4.3.9 Альтернативи ринкової поведінки	69
4.3.10 Висновки до аналізу ринкових можливостей.....	69
4.4 Розроблення ринкової стратегії	69
4.5 Розробка маркетингової програми стартап-проекту	72
4.6 Економічне обґрунтування розробки.....	75
4.7 Висновки до розділу	78
ВИСНОВКИ.....	79
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	81
ДОДАТКИ.....	83

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

WMS – Warehouse Management System

ІННМ – штучна нейрона мережа

REST – Representative State Transfer

API – Application Programming Interface

HTTP – HyperText Transfer Protocol

ВСТУП

Підприємства та виробництва намагаються автоматизувати свої процеси для підвищення ефективності та зниження витрат. ТанDEM «людина-робот» дозволяє розширити області впровадження автоматизації. У якості рухомих об'єктів виступають промислові або колаборативні роботи, вони широко використовуються у якості транспортно-вантажних засобів. Вони виконують важку роботу, переносячи інструменти та матеріали від активний модулів до складу та навпаки та виконують маніпуляції із заготовками та готовими виробами.

Однак кожен механізм використовує свою власну траєкторію руху, яка або «жорстко задана», або власний алгоритм, який налаштований на виконання конкретної функції. Таким чином число об'єктів для виконання роботи може сягати великої кількості, алгоритми можуть викликати колізії, а самі роботи не зможуть злагоджено працювати при виникненні нестандартної ситуації при виробництві. Поступово людство перетворює в життя концепцію «розумного контролю». Але не дивлячись на те, що машини у багатьох сферах можуть перевершувати людський потенціал, сенсорний контроль та вирішення задач управління тільки наближаються до рівня людини.

Тому виникає причина розробки обчислювальних пристроїв, алгоритмів та методів, які можуть абстрагувати процес прийняття рішення людиною на базі нейронних мереж.

Часто виходить так, що розробляючи штучний інтелект для пристроїв використовують за приклад структуру «людського інтелекту». Але багато речей, які здаються для людей простими та тривіальними, є насправді надскладними або не реальними для реалізації для комп'ютерів, обчислювальної техніки або роботів, які важко встановити на виконавчі процеси.

Виникає вагома необхідність розробки обчислювальних методів, які б змогли приймати рішення на основі навчальних вибірок та зворотного зв'язку.

Це може сприяти створенню та вдосконаленню інтелектуальних роботизованих систем [1].

Саме тому дуже актуальним є впровадження систем на основі нейронних мереж в управління рухомих об'єктів на виробництві, оскільки це дає змогу збільшити продуктивність окремих процесів та підвищити ефективність підприємства в цілому, шляхом зменшення часу виробництва, простою, підвищення швидкості прийняття рішень та корекції даних.

Метою дослідження є підвищення ефективності рухомого об'єкта шляхом впровадження системи управління з використанням нейронних мереж за критеріями часу операцій, простою, виконання транспортних та вантажопідйомних операцій.

Штучні нейронні мережі показують великі перспективи в ідентифікації складних систем. Таким чином нейронні мережі добре підходять до вирішення задачі управління через сенсорні пристрої та входи для контролю ситуації.

Для досягнення поставленої мети було визначено наступні завдання:

- провести аналіз існуючих систем та методів керування роботизованими об'єктами на підприємстві;
- поставити вимоги до системи керування, що сприятимуть підвищенню ефективності часу виконання транспортних на вантажопідйомних операцій;
- розробити систему керування з інтелектуальним блоком.

Методологічною основою для проекту стали методи: вивчення матеріалів наукових видань, порівняльні методи, опитування експертів, методи синтезу, аналізу та спостереження.

Об'єкт – система контролю роботизованого виробництва.

Предмет – підсистема контролю управління роботизованим пристроєм на автоматизованому складі.

РОЗДІЛ 1

ОПИС ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Опис проблематики

Великий відсоток роботизованих засобів знаходяться на складах та обслуговують виробництво. Самі ці роботи потребують координації керування на відміну від роботів, які беруть участь у створенні товарів.

Роботи, які виконують роботи з виготовлення або обробки деталей частіше за все є стаціонарними, натомість роботи на складах є мобільними та пересувними, що і дає змогу перевозити вироби від одного модулю до іншого без використання людської сили. Такі роботи потребують злагодженої координації руху та обробки заявок виконання операцій, так як від цього може залежати робота усього виробництва.

Великого розповсюдження набула автоматизована транспортно-складська система (рис 1.1), яка призначена для автоматичного керування транспортними засобами та складськими пристроями.

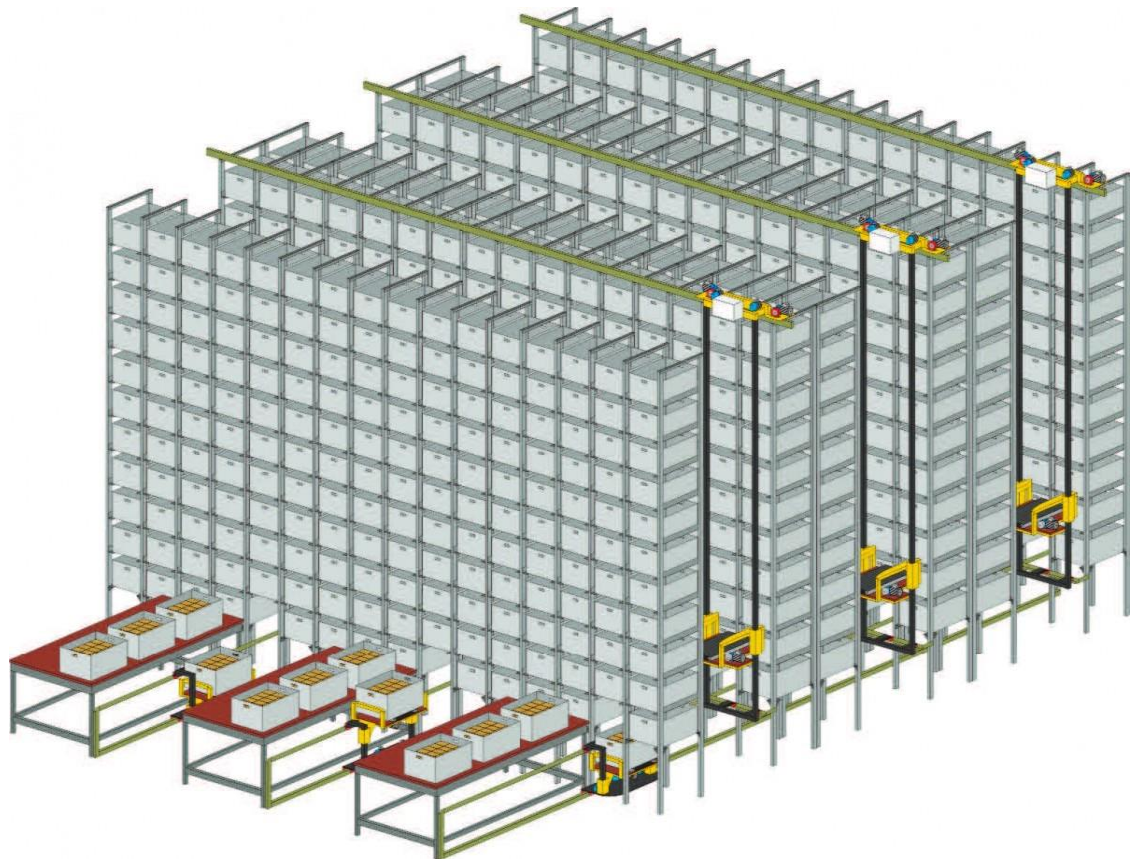


Рисунок 1.1 – Автоматизована транспортно-складська система

Основні функції транспортно-складської системи:

- зберігання виробів;
- тимчасове нагромадження для подальшої обробки;
- розвантажувальні роботи;
- доставлення предметів та засобів праці;
- прибирання відходів виробництва;
- перенесення предметів по складським приміщенням;
- фасування виробів.

Завдяки впровадженню таких систем можна краще організувати цех та досягти більшої вантажопідйомності.

Такі склади можна поділити на два типи:

- повністю автоматизований процес – людина не присутня при операціях завантаження, розвантаження, фасування;
- комбінований – поєднання ручної праці та роботизованих пристроїв на деяких процесах.

Комбінований тип зустрічається частіше в силу того, що опорядження цехів може бути старим, а впровадження автоматизації багато затратним, проте він програє по ряду недоліків повністю автоматизованим цехам.

Автоматизована транспортна система не потребує людського втручання, це означає що цех може працювати цілодобово, роботи не потребують перерв, відпочинку, час на зміну роботів на лінії виконання мінімальний, через те, що роботів в очікуванні легше запустити, а тих, що функціонують – зупинити, з невеликим простоєм виробництва або зовсім не зупиняючи процес.

Виключення людського фактора на виробництві, де є великогабаритні матеріали, вогнебезпечні конструкції, є великою перевагою, тому що зникає загроза життю при виконанні робіт.

Потенціал людини великий, проте щодо виконання точних позиційних робіт значно програє приладам. При завантаженні або розвантаженні виробів

важливим компонентом є зменшення дефектів та ушкоджень. При впровадженні автоматизованої системи кількість таких випадків можна знизити у порівнянні з виконанням роботи людиною, оскільки людський ресурс значно обмежений.

Концентрація робіт на виконанні процесів не спадає з часом у порівнянні з людиною, транспортна система використовує пересувних робітників, тому свою роботу вони можуть виконувати швидше і оптимізують процес роботи складу. При автоматизації виробничого процесу виникає проблема узгодженості кожного компоненту системи та прийняття рішення. За допомогою впровадження нейронної мережі можна ввести аналітичний блок. Аналітичний блок зможе прогнозувати кількість робітників, які необхідні на лінії за кількістю заявок, а навчена нейронна мережа зможе надати змогу оптимізувати загальний процес.

Системи автоматизації можуть бути складними, нагромадженими, мати багато функцій, але навіть при цьому не задовольняти потреби виробництва, функціонал може не відповідати критеріям, важливі функції можуть бути відсутні, натомість багато різних непотрібних на даному етапі функцій лише збивати з пантелику користувачів. При відсутності актуальної інформації або у неможливості інтерпретуванні її показники виробництва значно погіршуються. Отже, система управління повинна не лише автоматизувати процес координації, а бути простою для користувача, не вводити в оману, надавати актуальну інформацію для швидкого реагування не тільки системи, а й персоналу. Нагромадженість інформації не дає користувачу зразу оцінити систему, її функції, також втрачається час на навчання.

Усеохопленість різномірних процесів може як і спростити систему, так і навпаки завдати шкоди виробництву. Тому одним з критеріїв розроблювальної системи є простота. Система має задовольняти мінімальні потреби в автоматизації складського приміщення:

- обробка заявок;

- виділення (призначення) місця на складі;
- виведення статусу робіт та стану на складі.

При об'єднанні всіх компонентів отримуємо інтелектуальну систему автоматизованого складу.

Отже, основними перевагами інтелектуальної системи автоматизованого складу є:

- гнучкість при зміні конфігурацій автоматизованого складу;
- адаптивність – застосування однієї технології на різних підприємствах без суттєвих змін на підприємстві, адаптивність нових ситуацій;
- аналітичний блок – блок, який самостійно контролює кількість робіт на лінії;
- оптимізація роботи на складі;
- вирахування ризиків – здатність реагувати завчасно та своєчасно на виникнення різнопланових ситуацій, тим самим значно оптимізуючи загальну роботу виробництва.

1.2 Огляд існуючих рішень

Завдання щодо автоматизації стає актуальним, коли обсяги вироблення та збуту становить більше 20-30 відвантажень та завантажень в день. При використанні лише людської праці, задачі можуть накопичуватись, не виконуватись, ставати не актуальними, а виробництво простоювати, втрачати прибуток та місце на ринку. При цьому кількість помилок та затримок в постачанні також зростає. Впровадження автоматизації сприяє покращенню ефективності роботи системи. Для розробки системи необхідно визначити структуру існуючих рішень та проаналізувати їх.

1.2.1 TQM Systems

На даному етапі є багато систем які пропонують автоматизацію складу. Системи класу WMS часто використовуються для автоматизації.

Дана система являє собою великий комплекс підсистем для автоматизації складу, що має у собі не тільки блоки по автоматизації складу, а ще ведення документації. Система має не тільки підсистеми управління відвантаження та завантаження, а також ведення номенклатури, спеціалізоване обладнання для етикеток та штрих-кодів[2]. Націлена на великі підприємства з площею від 1 тисячі м².

Серед представленого функціоналу можна виділити:

- розміщення на складі;
- автостворення завдань з розміщення;
- збірка та обробка замовлень;
- маркування товару;
- облік номенклатури;
- створення супровідних документів;
- система розбивки на партії.

Підсистема розміщення на складі має такий функціонал:

- розробка правил розміщення товару для складу;
- створення заявок та завдань для розміщення;
- підготовка несортваного товару.

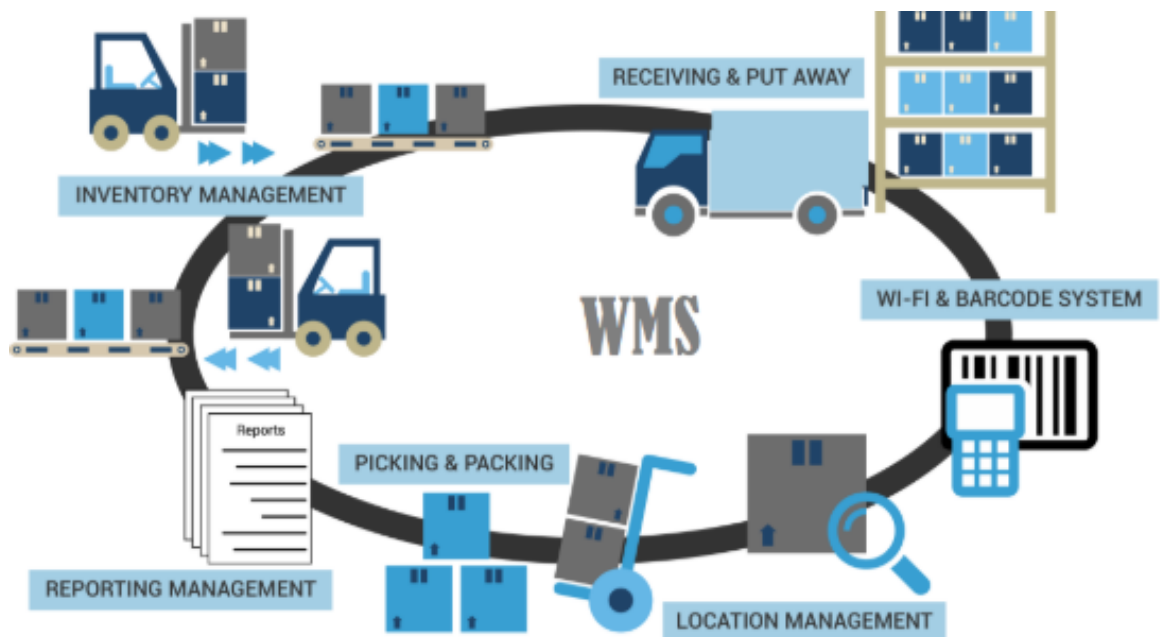


Рисунок 1.2 – Структура WMS системи

Система добре підходить, якщо виробництво має один централізований склад та зберігає усю продукцію на ньому. Додаткові функції з підготовки несортованого товару пришвидшують роботу людей на виробництві.

Автоматичне створення заявок допомагає знижує рівень людського втручання та підвищує точність. Так як при наборі кожної заявки вручну може втрачатися багато часу, також зменшення працездатності людини з часом може призвести до накопичення помилок.

TQM Systems має блок збірки та обробки замовлень, дана система допомагає формувати не тільки заявки на завантаження та відвантаження продукції. А також, надавати ідентифікаційні номери, розбивати товари на партії. Згенерованні номери відправляються до централізованої бази даних тазначаються відповідному контейнеру для подальших операцій.

Найважливішим блоком, який необхідно проаналізувати це управління роботизованими засобами. Дана система не представляє окремої підсистеми для управління роботами помічниками на виробництві. Що свідчить про те, що виробництва повинні більше підлаштовуватись під виробника програм. Не зважаючи на те, що TQM Systems може сформувати заявки та направити їх до відповідних секторів або працівників, вона не може працювати з додатковими технічними одиницями.

Як видно з описаного, система охоплює широкий спектр можливостей, проте вона не має окремого блоку з функціонування роботів помічників, які стають все частіше популярними на виробництві та на складах.

Підсистема є великою та обов'язково потребує навчання персоналу.

З огляду на систему можна виділити наступні переваги:

- автоматичне створення та обробка заявок;
- розміщення продукції на складах (виділення на складах місця під готову продукцію або заготовки)
- великий функціонал.

До недоліків TQM Systems можна віднести:

- відсутність підсистеми управління автоматизованими засобами;
- нагромадженість різного функціоналу для невеликих складів;
- необхідність в частому обслуговуванні зі сторони постачальника;
- ціна.

1.2.2 Qguar WMS

Дана система є комплексним логістичним рішенням для автоматизації складу. На відміну від попередньої системи функціонал системи можна підібрати до різного типу складського приміщення та розміру виробництва.

Qguar WMS можна використовувати на невеликих виробництвах, проте все одно система позиціонує себе для великих виробництв.

Система допомагає реалізувати складні логістичні завдання: проведення інвентаризації, робота на складах зі складною топологією, при цьому не зупиняти виробництво. Значну роль також відіграє управління складом за рахунок підтримки операцій товаропотоків.



Рисунок 1.3 – Структура Qguar WMS системи

До переваг системи можна віднести:

- маркування товару;
- облік номенклатури;
- створення супровідних документів;

- автоматизована система роботи із заявками;
- система розбивки на партії.

До недоліків можна віднести те, що хоча і система може бути налаштована для невеликих підприємств, основна частина функціоналу необхідна лише при великих поставках.

У даній системі також відсутня система управління роботизованими засобами. У складі системи закладено логістичні операції, проте для оновлення або автоматизації складу шляхом додавання в робочий процес робіт немає функціоналу який би це забезпечив. Отже, програма підходить для складів з частковою автоматизацією.

При переході підприємства на повну автоматизацію необхідно встановлювати систему управління роботизованими засобами додатково.

1.3 Дослідження предметної області

Автоматизований склад є багатокомпонентною структурою і може різнитися в залежності від типу та структури підприємства. Роботизовані пристрої для перенесення вантажу також є різними за ходовою частиною, можуть мати різні додаткові пристрої.

Основні вимоги, які необхідно враховувати при розробці системи є:

- простота впровадження та зміни конфігурацій;
- адаптивність за розміром виробництва;
- інтелектуальність;
- покращення показників виконання роботи.

Оскільки, роботи помічники та роботи на складах найчастіше є пересувними та потребують узгодження процесів, тому система управління буде націлена саме на ці пристрої, у перспективі систему можна буде розширити, додати функціонал та застосувати у інших сферах. Кожен пристрій на виробництві є окремою ланкою усього процесу.



Рисунок 1.4 – Діаграма Вена – вимоги до системи

Кожен роботизований механізм може бути налаштований по різному, мати різну спеціальну програму управління, яка може буди однаковою для цілого ряду однотипних рухомих об'єктів або різною для кожного, проте те що може їх об'єднувати це централізована система з двох блоків: система управління, система прогнозування.

1.4 Огляд роботизованих пристроїв за типом виконавчих операцій

Технологічні роботи – тип робіт, які виконують основні операції на підприємстві, оснащені одним або декількома маніпуляторами та можуть бути пересувними або стаціонарними.

На виробництві технологічні роботи виконують різні маніпуляції над заготовками або готовими виробами, але прилад або деталь може мати декілька різних технологічних процесів, тому заготовки транспортуються від одного технологічного роботу до іншого за допомогою допоміжних робіт в межах підприємства, які завантажують та розвантажують вироби. Стаціонарні роботи

мають більшу простоту конструкції через відсутність ходової частини та більшу точність позиціювання та виконання роботи.

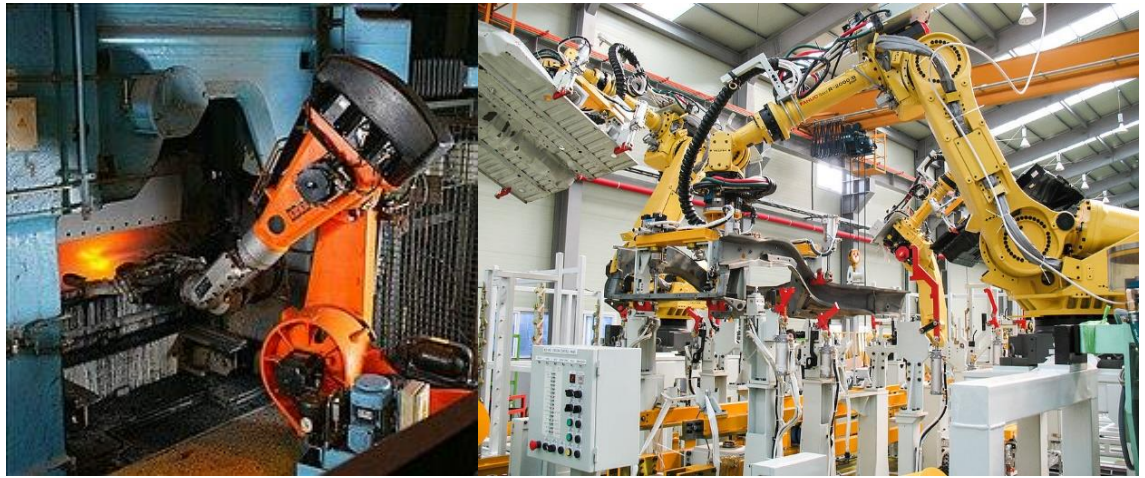


Рисунок 1.5 – Стаціонарні роботи

Все, що не охоплюється робочою зоною повинно обслуговуватись допоміжними роботами для перенесення до наступного етапу.

Пересувні роботи є більш мобільними їх можна запрограмувати на виконання декількох завдань одночасно, не тільки обробки, а і перенесення виробу до наступного етапу виробництва, проте такі роботи є більш дорогими, а також може впасти точність виконання завдання за рахунок зміни процесів, коливань приладу.

Допоміжні – роботи, які обслуговують роботу технологічних роботів, а також допомагають у процесі перенесення заготовок чи готових виробів до складу або з нього. Вони також можуть бути стаціонарними та допоміжними. Саме цей тип роботів потребує чіткого корегування процесу, так як технологічні роботи можуть працювати на заданому алгоритмі, виконуючи одну й ту ж саму повторювану операцію, а допоміжні роботи, завдяки мобільності, можуть виконувати ряд не зв'язних одна за одною команд, при тому не зупиняючи процес. Налагоджена система з управління роботизованими пристроями може стати запорукою успіху усього виробничого процесу.



Рисунок 1.6 – Пересувний робот

Допоміжні роботи виконують допоміжні операції, є компліментарними до основних роботів та робіт. Такий тип роботів є основним на автоматизованому складі, так як саме вони виконують функції перевезення. Допоміжні роботи на виробництві можуть використовуватися для завантаження або розвантаження транспортних роботів. Проте таким роботам необхідна спеціальна програма та алгоритм їх роботи, постійний контроль виконання програми. В залежності від виду підприємства кількість роботів може варіюватися, тому необхідна узгодженість усіх процесів на кожному етапі. Важливим фактором також є вантажопідйомність кожного роботу.

За вантажопідйомністю промислові роботи поділяються на:

- надлегкі;
- легкі;
- середні;
- важкі;
- надважкі.

В залежності від габаритів самих роботів та їх вантажопідйомності залежить час виконання їх завдання і це теж необхідно враховувати при проектуванні системи.

З огляду на роботизовані механізми на виробництві для нашої системи оберемо допоміжних роботів-вантажників, які перевозять заготовки і вироби від виробничих модулів та переміщуються по складу.

Виходячи з порівняння типів виконавчих операцій, для реалізації автоматизованої системи та її пристосування до різного типу складських приміщень необхідно врахувати:

- час обробки в кожному процесі;
- час виконання завантажувальних та розвантажувальних операцій;
- час перевезення між виконавчими процесами;
- навантаженість підприємства в цілому;
- завчасні команди роботам для завантаження\розвантаження;
- резервний час на роботи;
- резервних роботів.

Ці данні також будуть служити навчальною вибіркою для навчання системи прогнозування, яка сформує аналітичний блок.

До складу автоматичних ліній останнього покоління також включаються електронні пристрої:

- "розумні супервізори" з моніторами на кожній одиниці обладнання - основна задача таких пристроїв в завчасному попередженні персоналу про хід процесів, що відбуваються на окремих агрегатах (в системі) і в наданні інструкцій про необхідні дії персоналу (текст на моніторі).

Статистичні аналізатори з графобудівниками, призначені для статистичної обробки різноманітних параметрів роботи АПЛ, зокрема:

- a. часу роботи і простоїв;
- b. кількості продукції, що випускається;
- c. властивостей оброблюваного виробу на кожній контрольованій операції;

- d. виходу з ладу (збою) кожної одиниці устаткування і лінії на цілому тощо.
- діалогові системи селективної збірки, тобто підбор параметрів відносно до неточно оброблених деталей, що входять до складальної одиниці і сполучення яких забезпечує високоякісні параметри її роботи.

1.5 Огляд систем за ступенем автоматизації

На даний момент ринок дуже насичений різною продукцією, що створює конкурентну ситуацію на ринку, роблячи його нестабільним. Усе це призвело до того, що товар повинен змінюватись підвищувати свою якість, а якість готового виробу сильно залежить від устаткування та виробничого процесу. Застаріле неавтоматизоване обладнання вимагає частих змін, щоб виробництво оновлювалось або розширювалось, проте ціною таких змін є час простою виробництва.

До недоліків неавтоматизованого виробництва можна віднести:

- збільшення трудомісткості;
- збільшення ціни виготовлення;
- зупинення виробництва;
- застаріла технологія виробництва;
- «людський фактор»;
- можливе зниження точності виконання;
- можлива різна якість готових виробів.

Тому доцільно автоматизовувати процеси на виробництві.

За ступенем автоматизації розрізняють:

- часткову автоматизацію – автоматизація основних виробничих процесів;
- комплексну автоматизацію – додаткова автоматизація процесів керування та обслуговування основних виробничих процесів та робіт;
- повну автоматизацію – повна автоматизація усього процесу.

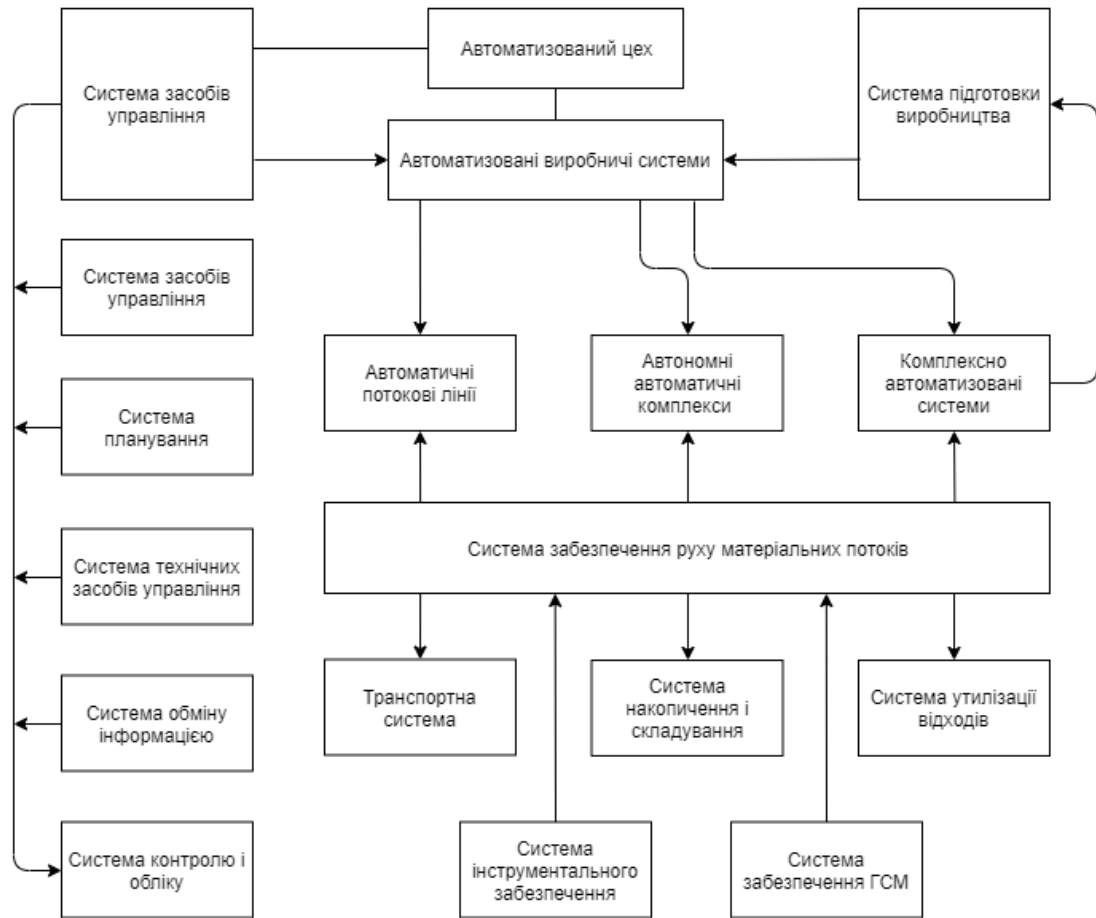


Рисунок 1.7 – Автоматизовані системи на виробництві

В частковій автоматизації є виключення людського фактора з основних технологічних процесів, тому підвищується точність, проте обслуговування, транспортування, контрольні операції все ще знаходиться у руках людини, а так як люди не здатні підтримувати повну концентрацію увесь час, то можливі простой виробництва [4].

При комплексній автоматизації технологічні процеси, управління процесами, видалення відходів, транспортні операції виконуються повністю автоматично без участі людини, проте обслуговування відбувається ручним способом.

При повній автоматизації участь людини у виробничому процесі мінімальна.

Виходячи з описаного вище, можна зробити висновок, що автоматизація має ряд суттєвих переваг, тому автоматизування різних процесів є актуальним та необхідним, а покращення існуючих рішень сприятиме підвищенню ефективності виробництва.

В залежності від типу підприємства та типу виконуваної операції доцільно використовувати різні типи програм для механізмів. Це обумовлено складністю виконання завдання самим приладом, вантажопідйомністю, типом та масштабом підприємства та складі.

За принципом керування системи можна поділити на:

- прості;
- складні;
- інтелектуальні.

Основна відмінність цих типів в алгоритмах, які використовує система для функціонування та принципом прийняття рішень.

В схемах алгоритмів простих систем використовуються лише виконавчі блоки, а в складних є блоки прийняття рішення [5].

Сукупності функцій в автоматизованих виробничих системах, утворюють системні комплекси у котрих найважливішими є:

- технологічні функції;
- функції маніпуляції і транспортні функції.

Жорстко запрограмовані системи хоча, і виконують поставлене завдання, проте не завжди є гнучкими та адаптивними. Системи, які здатні самостійно аналізувати стан за певними даними, знаходити закономірності, прогнозувати є необхідними для подальшого розвитку індустрії та загалом для побудови систем «розумного міста».

Одним з підходів до ідентифікації, прогнозування та керування є нейронні мережі, які широко використовуються у різних сферах та поступово витісняють жорстко запрограмовані блоки.

Штучні нейронні мережі добре зарекомендували себе, вони близькі до імітування деяких процесів людського мозку.

1.6 Постановка задачі

Оглянувши вже існуючі рішення можна зробити висновок, що усі вони йдуть з великим комплексом різноманітних підсистем. Основну задачу складає номенклатура, товарообіг, створення документації, проте це автоматизація лише питань, які все одно потім виконуються людиною. Система управління роботизованими пристроями майже не зустрічається. З чого можна зробити висновок, що підсистема управління роботизованими засобами є необхідною для автоматизації процесів роботи на складі.

З аналізу існуючих систем виділимо роботу з заявками, бо формування та обробка заявок є дуже важливою складовою системи автоматизованого складу, тому доцільно впровадити таку функцію у розроблювальну систему.

Зрозуміло, що кожна конфігурація може потребувати додаткових коштів, тому універсальність системи може входити до ключових факторів обрання її підприємством.

Проаналізувавши існуючі системи та рішення можна поставити задачі для реалізації:

- розробка концепції інтелектуальної системи керування роботизованими пристроями на автоматизованому складі;
- створення системи прийняття рішення;
- створення навчальних та тестових вибірок для навчання нейронної мережі;
- розробка інтерфейсу користувача.

Дана система буде мати аналітичний блок на базі нейронної мережі, який буде прогнозувати чи потрібно додавати чи знімати з виробничої лінії активних роботів.

Критеріями оптимізації виступають:

- час виконання завантажувальних та завантажувальних операцій;

- час перевезення між виконавчими процесами;
- спрощення системи;
- збільшення надійності шляхом набору простих функцій та інтелектуального блоку прийняття рішення.

Use case- діаграма наведена на демонстраційному плакаті №1.

Технічні вимоги:

- наявність локальної мережі на усьому автоматизованому складі;
- наявність WI-FI модулю на роботизованих пристроях;
- мова інтерфейсу – англійська.

Функціонал системи складає:

- обробка заявок;
- керування місцем на складі (виділення місця під заготовки або готову продукцію);
- аналітичний блок управління та прийняття рішень;
- відображення статусу робота.

Висновок до розділу

У даному розділі оглянуто проблематику систем автоматизованого складу, зроблено огляд існуючих рішень. На основі аналізу подібних систем виділено їх основні переваги та недоліки, що і допомогло виявити необхідні функції для подальшої розробки. Сформовано основні вимоги до розроблюваної системи та визначено критерії оптимізації, за якими буде проведене тестування системи.

Виконано постановку задачі системи управління роботизованими пристроями у роботизованому виробництві, в основі якої необхідно розробити аналітичний блок прийняття рішення щодо кількості активних роботів на складі, управління статусами роботів та їх переміщеннями.

РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

2.1 Нейронна мережа

Продуктивність системи управління промислових процесів, які оснащені лише датчиками чи контролерами, може бути значно погіршена за рахунок тривалої затримки в системному часі, мертвої зони, великим насиченням різного роду механізмів на робочій конструкції. Значною перепорою в затримці також є шуми, які спричиняють різні механізми, це шкодить і конкретному пристрою і усій системі в цілому.

У системі, де одночасно працюють декілька роботів, де кожен робот є автономною одиницею, оснащеним сервісними датчиками та контролерами може виникнути проблема з координацією, тому однією з проблем є розробка ефективного методу керування пристроєм та обробки інформації [7].

Нейронна мережа може ефективно виступати як інструмент для прогнозування показників діяльності роботизованого виробництва та роботизованих пристроїв зокрема. Її особливість в тому, що вона може навчатися на попередніх даних, тому може реагувати на ситуації у режимі реального часу або підлаштовуватись під зміни.

Нейронна мережа (НМ) або штучна нейронна мережа (ШНМ) являє собою математичну модель, яка реалізована на базі функціонування біологічного нейрону, який і утворює мережу нервових кліток в організмі людини (рис 2.1).

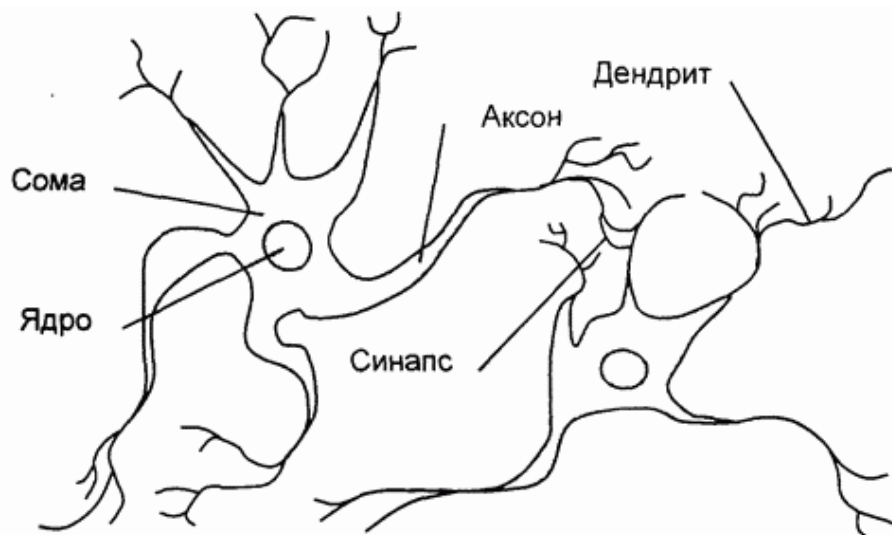


Рисунок 2.1 – Структура біологічного нейрона

Нейронну мережу можна представити у вигляді з'єднаних між собою нейронів, які взаємодіють один з одним. Штучний нейрон являє собою простий процесор і працює лише з «сигналами», які надходять до нього і хоча він може поступатися процесорам та функціям закладеними в комп'ютерах, але при вдалому навчанні нейрона мережа добре вирішує поставлену задачу. Також велику роль може зіграти кількість нейронів в кожному шарі та кількість прихованих шарів (рис. 2.2).

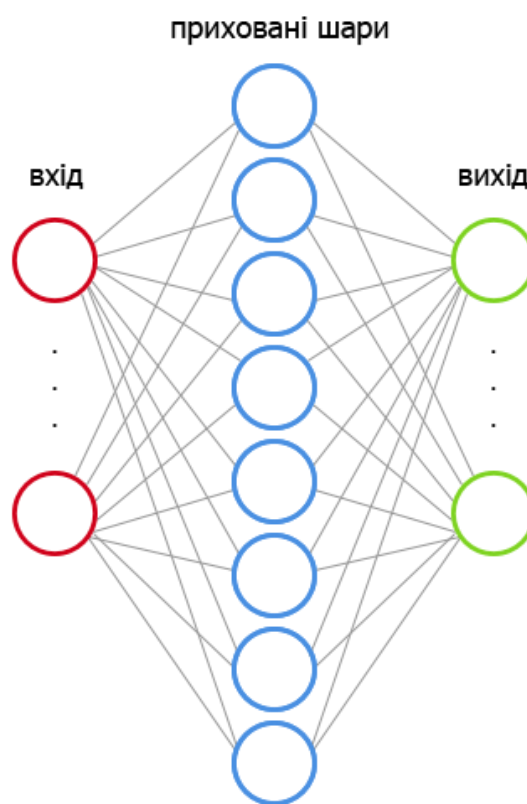


Рисунок 2.2 – Структура штучної нейронної мережі

Однією з головних переваг нейронної мережі є навчання. На відміну від простого програмування навчання є більш виграним порівняно з застосуванням традиційних алгоритмів. З точки зору математичної моделі навчання у нейронній мережі є пошуком коефіцієнтів між зв'язками нейрона. Найголовніше – у процесі навчання нейрона мережа може виявляти складні закономірності між вхідними та вихідними даними, а також узагальнювати їх. Отже, після навчання мережі вона зможе видавати результат з точністю до 98% на підставі попередніх даних, які навіть були відсутні у навчальній вибірці, при

цьому мережа може працювати навіть із частково «зашумленими» даними і все одно відсоток правильних результатів не зміниться, бо мережа може або швидко зреагувати на такі дані, або зрозуміти, що результат є перекрученим.

Особливе місце займає прогнозування часових рядів. Після навчання нейрона мережа здатна прогнозувати події на основі попередніх даних або деяких наявних факторів. Проте слід зауважити, що дані для навчання повинні насправді мати деякі залежності, щоб прогноз був вірним. Так прогнозування переможця у лотереї не є можливим, а ось процеси прогнозуванні кількості робочих одиниць на складі в залежності від заявок, які поступають, є гарним прикладом прогнозування [8].

Задачі, які пов'язані із прогнозуванням деяких явищ у часі, можна поділити на:

- задачі, представлені детермінованими часовими рядами – вирішуються математичними методами;
- задачі, представлені індетермінованими часовими рядами – вирішуються методами теорії ймовірності та математичної статистики;

Число явищ, які впливає також може бути різним, тому розрізняють:

- одновимірну задачу – представлене явище характеризується лише однією ознакою;
- багатовимірну задачу – представлене явище характеризується набором декількох ознак, дані з яких представлені в просторі.

Для того, щоб нейрона мережа змогла спрогнозувати, необхідно для навчальної вибірки представити дані, які змінюються в через рівномірний проміжок часу $t = 1, 2, \dots, n$. Звідси дані спостереження набувають вигляду $x(t_1), x(t_2) \dots x(t_n)$. Дана інформація про зміни до настання моменту $x(t_n)$ допомагає визначити або дати оцінки параметрам $x(t_{n+1}), x(t_{n+2}) \dots x(t_{n+m})$ [9].

Часто для задачі прогнозування використовується метод «часових вікон». При однопараметричній задачі вхідне «вікно» накладається на деякий проміжок часу, вихідне «вікно» також накладається на деякий проміжок часу

зміни ознаки явища, проте ці два «вікна» мають деякий зсув з чого і формується закономірність.

2.1.1 Навчання нейронної мережі

Для навчання системи при задачі прогнозування мережа налаштовує коефіцієнти ваг таким чином, що в подальшому вони визначають функціонування мережі. На вхід нейронної мережі подається вектор вже відомих значень, а на виході формується прогнозована величина, яка і визначає вектор прогнозованих величин і долучається до навчальної множини. Далі ситуація повторюється, але вже з новою заданою величиною і отримуються наступні прогнозовані дані.

При навчанні нейронної мережі також важливо розуміти який буде прогноз, чи він буде на наступний проміжок часу, чи він буде надаватись на якийсь проміжок часу.

2.1.2 Архітектура нейронної мережі

Нейроні мережі добре виконують задачу апроксимації неперервної функції, навіть якщо чітко не виражена періодичність або циклічність. Часові ряди являють собою неперервну функцію, хоча нам і відомі значення лише в кінцевих точках, таку функцію можна продовжити на відрізок часу, який розглядається, тобто використання нейронних мереж є доцільним.

Для того щоб визначити найкращу архітектуру нейронної мережі скористаємося пакетом STATISTICA. Даний пакет дозволяє сформувати велику кількість нейронних мереж з різною конфігурацією та архітектурою.

Для системи, яка розробляється, вхідними будуть два параметри:

- приріст заявок в черзі на виконання;
- приріст роботів, які знаходяться у не активному стані.

Обидва параметри беруться через однаковий відрізок часу. Також відомою величиною є час виконання роботом заявки. Один робот може виконувати лише одну заявку, а потім переходити до іншої.

Навчальна вибірка сформована на основі рандомізованого значення. Тобто в системі також наявні «екстремальні» ситуації, під які необхідно налаштуватись мережі.

На початку генеруємо тисячу нейронних мереж з архітектурами:

- багатошаровий перцептрон (БП);
- радіально-базисні функції (РБФ).

Після навчання, маємо 8 найкращих нейронних мереж (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Найкращі нейронні мережі за результатами навчання

№	Архітектура	Навчання ,с	Тест	Похибка	Тест. похибка
1	БП 2:20-16-1:1	0,231126	0,270568	0,327128	0,082303
2	БП 2:20-2-1:1	0,323598	0,340073	0,041620	0,003542
3	БП 2:20-10-1:1	0,311351	0,337140	0,040050	0,660365
4	РБФ 2:20-18-1:1	0,156097	0,281670	0,009048	0,075016
5	РБФ 2:20-14-1:1	0,193419	0,218406	0,002488	0,002634
6	РБФ 2:20-4-1:1	0,203810	0,253800	0,054061	0,099805
7	РБФ 2:20-3-1:1	0,315955	0,249358	0,083822	0,101360
8	БП 2:20-2-1:1	0,443478	0,221179	0,005928	0,105905

У результаті навчання знайдено нейронну мережу з архітектурою РБФ, у якої похибка складає 0,002488. Отже для аналітичного блоку прогнозування будемо використовувати нейронну мережу з архітектурою радіально базисної функції із співвідношенням шарів 2:20-14-1:1. Структура нейронної мережі наведена на демонстраційному плакаті №2.

2.1.3 Радіально-базисні функції

Радіально-базисні функції використовується як функція активації в шарах нейронної мережі. Радіальною функцією називають будь-яку функцію яка діє в межах одного числового простору в інше, значення якої залежить від відстані до початку координат.

У праці Д. Муда та С. Д. Даркена добре описано застосування радіально-базисних функцій у задачах прогнозування. Так як базисні функції можуть використовуватись для апроксимації, то вони добре підходять для нейронних мереж. Вперше дані функції були описані у праці Д. Брумхеда та Д. Лоу в 1988 році [3,4].

Найчастіше саме для нейронних мереж використовується функція Гауса:

$$\varphi(r) = e^{-(\varepsilon r)^2}.$$

Для наближення апроксимації за допомогою радіально-базисних функцій використовується лінійна комбінація:

$$y(x) = \sum_{i=1}^N \omega_i \varphi(\|x - x_i\|).$$

Як вже зазначалося, будь-яку неперервну функцію можна інтерполювати з гарною точністю при великому значенні радіально-базисних функцій [5].

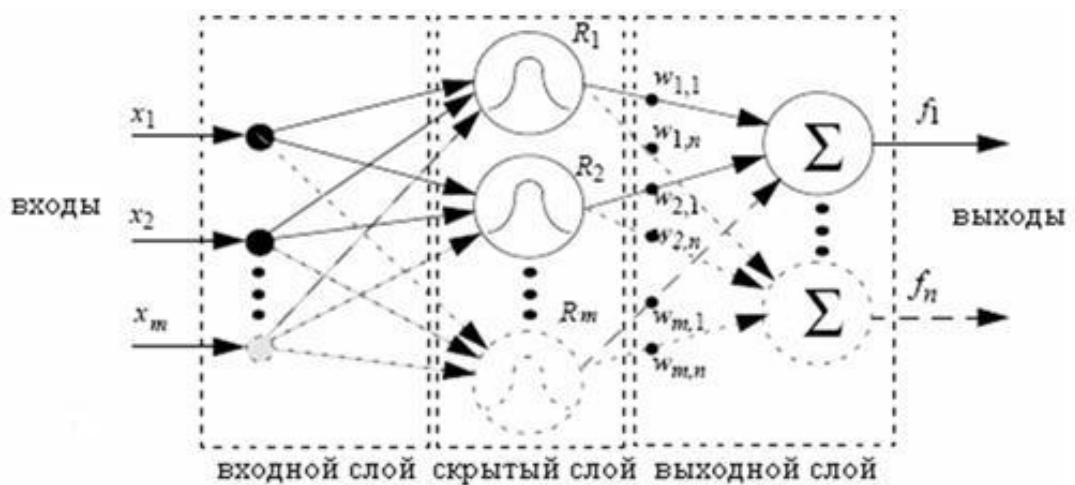


Рисунок 2.3 – Структура радіально-базисної функції

2.2 Мікросервісна архітектура

Для системи автоматизованого складу буде необхідна мікросервісна архітектура. Таку архітектура вже давно використовують Amazon, E-Bay, SoundCloud, Netflix, що говорить про те, що дана архітектура є вкрай актуальною та оправданою.

До її складу буде входити:

- сервіс управління заявками в системі;

- сервіс управління роботами в системі;
- аналітичний блок прогнозування.

Під мікросервісами архітектурою мають на увазі архітектурний стиль, у якому програма представлена у вигляді невеликих сервісів, які не тісно зв'язані між собою [10].

Кожен мікросервіс відповідає одному конкретному процесу. Хоча мікросервіси є незалежними один від одного, вони можуть працювати один з одним, якщо це необхідно, для виконання дій, операцій та методів. Спілкування системи йде через API.

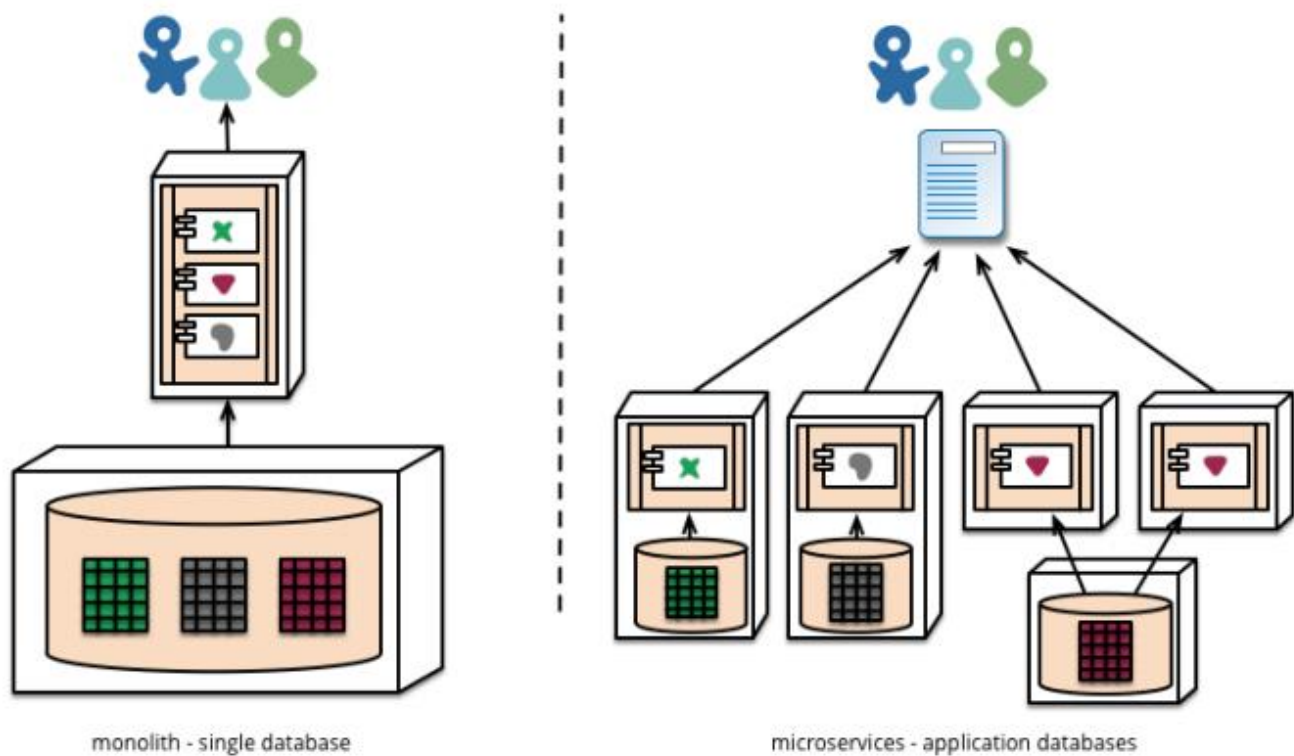


Рисунок 2.4 – Порівняння монолітної та мікросервісної архітектури

Така архітектура має ряд переваг:

- Невеликий обсяг сервісу – завдяки тому, що обсяг коду є меншим, то він стає простішим для розуміння, що надає можливість подальшої зміни та удосконалення.

- Модульність – За рахунок того, що сервіси розподілені між серверами, то дана архітектура дозволяє зберігати модульність. Такий розподіл дозволяє уникнути порушення границь обмежених контекстів системи.
- Незалежне розгортання – мікросервіси розгортаються окремо. Так як структура додатку розбита на невеликі модулі, то в них можна вносити зміни та розгортати незалежно. Також помилки які виникають в одному мікросервісі не будуть мати ефекту на інших сервісах, що не зламає структуру додатку у цілому, особливо, якщо мікросервісів у системі багато. Це значно пришвидшує процес у порівнянні з монолітною архітектурою, де для внесення змін необхідно розгорнути усю систему.
- Масштабованість - мікросервіси можна масштабувати окремо на стільки, на скільки цього потребує конфігурація системи. Завдяки цьому не потрібна велика перебудова додатку, достатньо вносити зміни в один модуль.
- Стійкість системи – при збої одного з мікросервісів, проблему легше локалізувати та налагодити процес. При цьому не має необхідності у перезавантажуванні системи, необхідно лише налагодити відповідний сервіс.

Завдяки тому, що кожному сервісу надається окремий процес, зазвичай це є більш продуктивним, ніж використання монолітної програми.

До недоліків мікросервісної архітектури можна віднести:

- Розробка маршрутів між сервісами та обробка запитів – так як система є розподіленою, то в системі також можуть виникати затримки.
- Використання ресурсів – мікросервісна архітектура вимагає більших ресурсів, через те що кожний сервіс забезпечується своїм розгорнутим середовищем.

- Навантаження системи – для роботи мікросервісу необхідні мережеві запити, що можуть складати значне навантаження на мережу.

Так як система буде представлятися лише трьома мікросервісами, то дані недоліки не суттєво впливають на процес.

Мікросервісна архітектура використовує HTTP-запити. HTTP-запити широко-розповсюджені, її основою служить архітектура «клієнт-сервер».

Існують такі типи HTTP- запитів:

- GET – отримання ресурсу;
- POST – створення ресурсу;
- PUT – оновлення/редагування ресурсу;
- DELETE – видалення ресурсу.

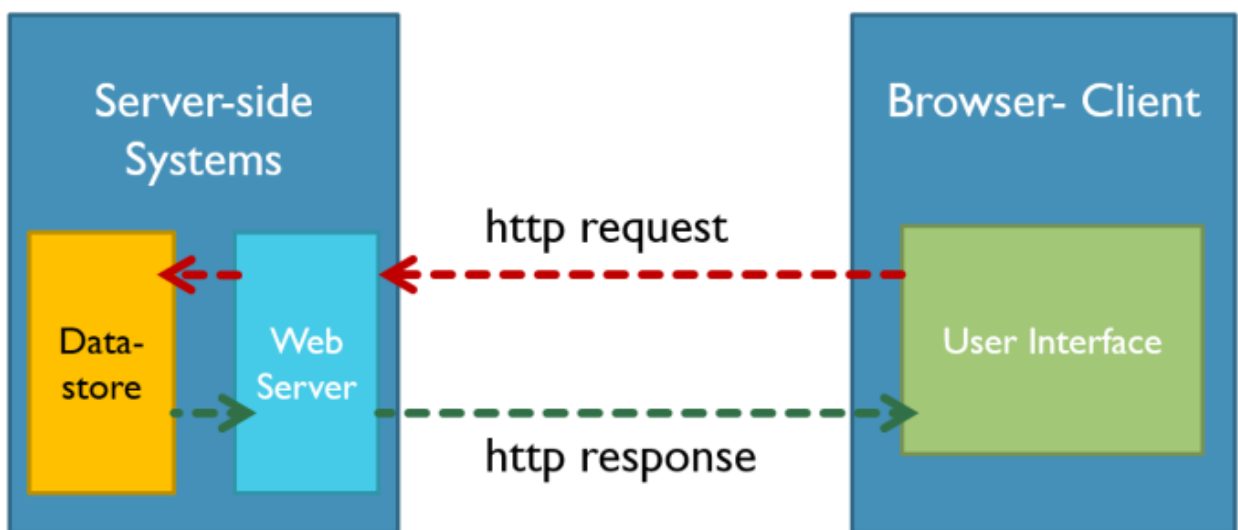


Рисунок 2.5 – Робота HTTP-запитів

У системі буде використовуватись усі чотири типи запитів, так як функціонал системи вимагає створення заявок, створення нового користувача, отримання даних статусу рухомого об'єкту, видалення роботи з системи. Усі ці запити покривають бізнес-процеси системи.

Для розробки web-сервісів використаємо Node.js. Дана платформа призначена для розробки мережевих додатків, серверних та клієнтських програм.

До властивостей Node.js – відноситься:

- асинхрона модель запуску коду – це допомагає обробляти велику кількість паралельних запитів;

- CommonJS – система модулів;
- неблокуючий введення та виведення.

Для реалізації буде використовуватись мова програмування JavaScript.

2.3 Середовище розробки

Аналізуючи усі перераховані вимоги та функції, для системи необхідно розробити:

- інтерфейс користувача;
- web-сервери;
- нейрону мережу;
- базу даних.

Усі ці компоненти потребують середовища розробки.

Для перших трьох буде використовуватися Visual Studio Code – гнучкий редактор на основі фреймворку Electron. До переваг Visual Studio Code можна віднести:

- Кросплатформеність – дана структура підтримує Window, Linux, MacOS, що значно спрощує імплементацію готового продукту на різних платформах, знижуючи ризик появи помилок при запуску та обчислювальних помилок.
- Розширення функціоналу шляхом плагінів – Visual Studio Code налічує більше 1000 плагінів, деякі з яких є все вбудованими в системи, а ті які необхідні можна завантажити.
- Автодоповнення коду – Visual Studio Code може допомагати розробнику завдяки підказкам та вставці готових шаблонних доповнень коду, що значно спрощує процес написання коду. Також студія самостійно перевіряє код при написанні, що зменшує кількість синтаксичних помилок.
- Наявність вбудованого зневадника – система пошуку та вказання помилок у коді. Він дозволяє виконувати трасування, бачити покрокові

зміни змінних у процесі роботи системи, також можна встановлювати та видаляти контрольні точки або надавати умови зупинки.

- Документація – гарна документація є однією зі складових частин розуміння розробників самої системи. Це допомагає розробникам розібратись у функціоналі системи, вбудованих шаблонах та зауваженнях, які видає система.
- Підтримка та синхронізація параметрів редактора з різними пристроями за допомогою GitHub.
- Рефакторинг – зміну внутрішньої структури програми без зміни поведінки, що використовується для полегшення структури програми.
- Можливість роботи з Docker [12].

За допомогою того, що Visual Studio Code підтримує також HTTP та CSS вона може з легкістю стати середовищем розробки інтерфейсу користувача та front-end. Для цього необхідно завантажити:

- VC++ 2019 v141 toolset (x86,x64)
- Windows 10 SDK (10.0.15063.0) for Desktop C++ x86 and x64

У Visual Studio Code є розширення для підтримки Python. До основних можливостей редактора належить:

- Доповнення коду за допомогою IntelliSense – що допомагає редагувати код, надає інформацію про параметри, швидку інформацію та лист учасників.
- Модульне тестування – відбувається шляхом юніт-тестів, інформацію про тестування виводиться на панелі Python Test Log, яка включає помилки, успішні та непройдені тести.
- Літінг – підкреслювання та виділення синтаксичних помилок при написанні програм на Python.
- Сніпетти – шаблони, що дозволяють використовувати частоповторюванні патерни та стани.

Мова програмування Python буде необхідна для розробки нейронної мережі, яка буде складати аналітичний блок інтелектуальної системи управління автоматизованим складом.

Для розробки нейронної мережі буде використана бібліотека TensorFlow.

TensorFlow являє собою бібліотеку машинного навчання та необхідна для вирішення задач побудови, тестування, навчання(тренування) нейронної мережі. **.4 Огляд СУБД**

Для системи автоматизованого складу необхідна база даних для роботи із заявками.

Для її реалізацію буде використана PostgreSQL. У PostgreSQL безліч можливостей. Створений з використанням об'єктно-реляційної моделі, він підтримує складні структури і широкий спектр вбудованих і обумовлених користувачем типів даних. Він забезпечує розширену ємність даних і заслужив довіру дбайливим ставленням до цілісності даних.

PostgreSQL може використовувати не тільки числові значення, значення з плаваючою точкою, текстові та булеві значення, а також бінарні типи, мережеві адреси, xml і json.

PostgreSQL може оброблювати великі масиви даних (табл. 2.2)

Таблиця 2.2 – Обмеження PostgreSQL

Максимальний розмір бази даних	Необмежено
Максимальний розмір таблиці	32 ТБ
Максимальний розмір строки	1.6 ТБ
Максимальний розмір поля	1 Гб
Максимальна кількість строк в таблиці	Необмежено
Максимальна кількість стовпців в таблиці	250-1600 (в залежності від типу стовпця)
Максимальна кількість індексів в таблиці	Необмежено

У порівнянні, MySQL та MariaDB мають обмеження строки у 65 535 байт.

PostgreSQL прагне відповідати стандарту ANSI-SQL: 2008, відповідає вимогам ACID (атомарність, узгодженість, ізолюваність і надійність) і відомий своєю посиленою транзакційною цілісністю. Первинні ключі, що обмежують і каскадні зовнішні ключі, унікальні обмеження, обмеження NOT NULL, перевірочні обмеження та інші функції забезпечення цілісності даних дають впевненість, що тільки коректні дані будуть збережені.

Для аутентифікації буде використано Firebase. Firebase - це платформа для розробки мобільних і веб-додатків. До переваг Firebase можна віднести:

- Швидкість роботи. У пакеті розробника Firebase зібрані інтуїтивно зрозумілі API, які спрощують і прискорюють розробку якісних додатків.
- Готова інфраструктура. Не потрібно створювати складну інфраструктуру або працювати з декількома панелями управління.
- Статистика. В основі Firebase лежить безкоштовний аналітичний інструмент, розроблений спеціально для мобільних пристроїв. Google Analytics для Firebase дозволяє отримувати дані про дії користувачів і відразу ж вживати заходів за допомогою додаткових функцій.
- Кросплатформеність. Firebase працює на будь-яких платформах завдяки пакетам розробника для Android, iOS, JavaScript і C++. Можна звертатися до Firebase, використовуючи серверні бібліотеки або REST API.
- Масштабованість.

2.5 Розробка інтерфейсу користувача

Виходячи з предметної області, вимог, які були поставлені до системи та її функціоналу. Інтерфейс користувача повинен складатися з таких вікон:

- реєстрація в системі;
- авторизація в системі;
- управління заявками;

- додання заявки;
- управління роботами;
- реєстрація робота.

На сторінці «Реєстрація в системі» користувач повинен зареєструвати себе у системі, це необхідно при початковому або першому вході у систему. Якщо користувач зареєстрований, тоді на сторінці «Авторизація у системі» він може увійти в систему.

Інтерфейс представлений Web-додатком з використанням REST API для запитів від користувача або системи.

На сторінці управління заявками користувач може:

- запросити статус заявки;
- створити заявку;
- переглянути чергу заявок.

Усі наведені вище запити представлені на одній сторінці.

На сторінці управління роботами можна переглянути:

- статуси робота;
- зареєструвати нового робота в системі;
- видалити робота з системи.

Кнопки форматування дозволяють налаштувати формати запиту та відповідей під час налаштування, формат контролюється заголовками HTTP Accept і Content-Type. Заголовок Content-Type визначає формат запиту, а заголовок Accept визначає потрібний формат відповіді.

Роботів, які потребують введення у систему або його реєстрації в системі, потрібно викликати за допомогою POST запитів. Роботи без введення у роботу автоматизованого складуможуть викликатися за допомогою GET або POST запитів.

Служби REST легко викликаються роботом, використовуючи Веб-службу Call REST. GET запит не змінює стан ресурсу (idempotent), тоді POST змінюють стан виконавчого робота. Веб-сервіси Robot розкривають набір Web-

API, який може використовувати будь-який клієнт, відомий HTTP. API повертає дані або у вигляді JSON, які можна аналізувати за допомогою стандартних парсерів JSON. Найпростіший спосіб перевірити доступну веб-службу Robot - скористатися веб-браузером та ввести URL-адресу контролера робота в адресне поле.

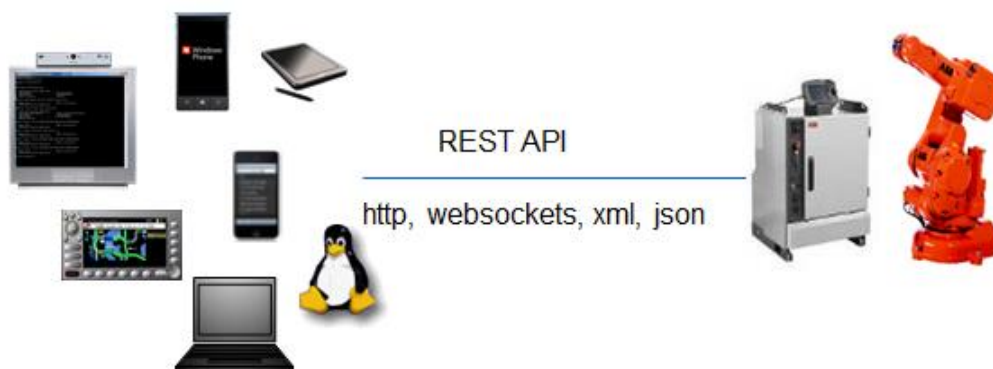


Рисунок 2.6 – Взаємодія REST API

Для використання API REST клієнтська програма повинна зробити запит та проаналізувати відповідь.



Рисунок 2.7 – Метод POST

Уся система підключена до єдиної локальної мережі. В API знаходиться метод на повернення статусу (GET) та метод для отримання команд (POST). Центральний блок знає IP усіх роботів. Регулярно відправляючи GET запити центральний блок знає про стан роботів. За допомогою POST запитів центральний керуючий блок передає список команд до виконання.



Рисунок 2.8 – HTTP-запити

2.6 Розробка архітектури програмного забезпечення

Беручи за основу дані про структуру нейронної мережі та її навчання можна розробити концепцію структури усієї інтелектуальної системи.

Основні компоненти системи (рис. 2.9):

- Користувацький інтерфейс – робота із заявками;
- Система управління автоматизованим складом;
- Аналітичний блок прогнозування;
- Роботизовані пристрої.

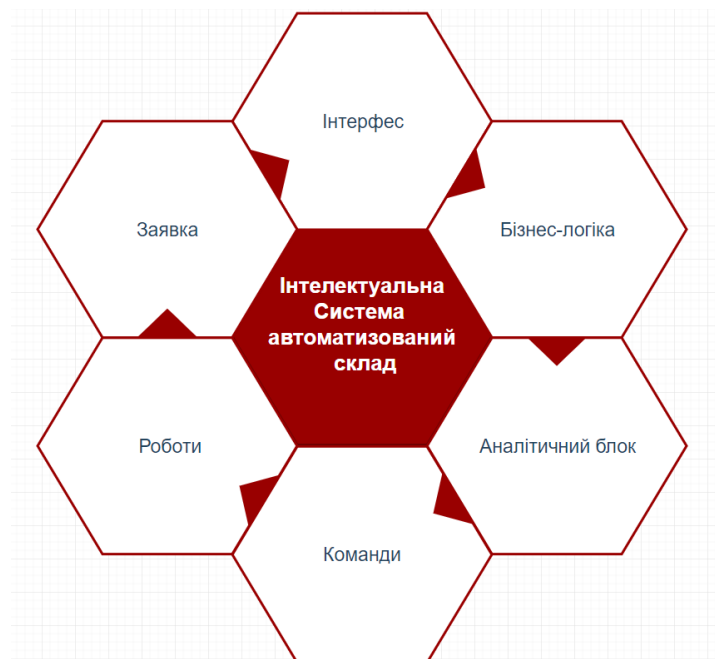


Рисунок 2.9 – Структура системи інтелектуального складу

Користувацький інтерфейс відображає стан роботів на потоці, їх координати, чи завантажений робот на даний момент. Втручання до системи можливе тільки через цей інтерфейс.

Через інтерфейс формується заявка. Заявки можуть бути таких типів:

- завантаження виробу на складу;
- вивантаження виробу зі складу.

Дані запит також покривають перевезення виробів між стелажми та видачу виробу у пункті видачі.

У блоку бізнес-логіки лежить така інформація:

- наявність виробу на складі;
- статус кожного роботу на виробництві;
- кількість роботів, що не знаходяться в дії;
- де знаходяться конкретні товари (вироби) на складі.

Разом з бізнес-логікою паралельно працює аналітичний блок представлений нейронною мережею з прогнозуванням часових рядів. Завдяки цьому блоку є можливість прогнозувати деякі моменти та завчасно надавати команди роботам, ще до того, як сформувався заявка, або реагувати швидше, так як така ситуація прогнозувалася заздалегідь, тому в системі є резерви, щоб виконати поставлену заявку. Саме через цей блок проходить оптимізація системи, так як час очікування відгуку системи скорочується за рахунок прогнозування подальших дій системи.

Цей блок також приймає ситуацію на вхід та може навчатися за нею, тобто у наступний момент настання такої ситуації, система змогу реагувати ще краще, а в залежності від черги заявок прогнозувати набагато краще. Адаптація системи теж буде вищою за рахунок попередньо навченої нейронної мережі. У разі зміни конфігурації, зміни кількості заявок, переобладнання складу та виробничого цеху система швидше пристосовується до нових умов.

І зникає необхідність у переналадженні кожного пристрою, налаштування інтерфейсу, функціоналу. Такі зміни є не великими і вимагають мінімального втручання людини у виробничий процес.

Наступний блок це система управління роботами на виробництві.

Система управління транспортних контролює активних та пасивних роботів на складах, які не взаємодіють зі стелажами, а переносять вироби.

Система узгоджується за допомогою центрального сервера. Під час руху роботів вони обмінюються короткими повідомленнями про стан, положення відносно об'єктів, тим самим даючи центральному серверу усю інформацію для їх контролю. Сервер аналізує дані отримані від роботів та надає їм команди про подальші дії.

Не зважаючи на те, що система є інтелектуальною вона має загальний алгоритм роботи.

Перш за все формується заявка на завантаження виробів на стелажі або розвантаження виробів зі складу. Заявка надходить до інтерфейсу системи, якщо вона сформована через іншу систему, а також заявки може надавати безпосередньо користувач через інтерфейс.

Інтерфейс є частиною, яка взаємодіє із зовнішнім середовищем. І на ньому відображається увесь активний процес та стан виконання черги заявок.

Дані з заявки надходять до бізнес-логіки і перевіряється:

- черга заявок;
- черга роботів.

На цьому етапі встановлюється чи є активні роботи, які можуть виконати заявку, чи є такий товар в наявності на складі, чи заповнений склад чи може взагалі ця заявка виконатись або її треба відмінити та видати повідомлення про це.

Така заявка прибирається з пулу заявок і настає черга іншої.

Блок бізнес-логіки працює паралельно з блоком аналітики. Це дає змогу аналітичному блоку спрогнозувати наступну заявку, та завчасно подивитися

та назначити робіт до виконання такої заявки. Якщо ситуації є часто повторюваними, то системі легше прийти до оптимального рішення, оптимізувати процес, зменшити похибку.

Після аналітичного блоку надається перелік команд до транспортних робіт. Вони вже і виконують усю поставлену задачу. Після виконання наданих команд, роботи знову готові до виконання завдань і з пулу береться заявка.

Важливо, що не виконується одна заявка поки інші чекають, після обробки однієї зразу переходить черга до іншої, поки попередня заявка виконується, тобто процес є паралельним.

Конфігурацію системи, при необхідності, треба налагодити до кожного типу цеху, так як різна структура цеху може мати значні відмінності щодо роботи.

Висновок до розділу

У даному розділі розглянуто технологію для розробки системи та описано доцільність їх використання. Для розробки інтерфейсу користувача обрано застосовувати Visual Studio Code. Для системи обрано мікросервісну архітектуру, якає надає ряд переваг в тому числі проста масштабованість та редагування, що надає змогу адаптувати систему під різні типи виробництв. Для веб серверу обрано платформу Node.js на мові програмування JavaScript. Для нейронної мережі обрано використати бібліотеку TensorFlow та мову програмування Python.

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО СКЛАДУ

3.1 Інтерфейс системи

Інтерфейс системи представлений трьома основними вікнами та 3 додатковими вікнами:

- Вікно реєстрації у системі;
 - вікно авторизації у системі.
- Вікно управління заявками у системі;
 - вікно роботи із заявками.
- Вікно управління роботами у системі;
 - вікно роботи з роботами.

При першому вході користувач попадає на привітальну сторінку де йому пропонують зареєструватися у системі.

При реєстрації користувачу необхідно внести такі дані:

- особистий логін;
- назва виробництва;
- сервер;
- підключення до Wi-Fi;
- пароль.

Після реєстрації створюється обліковий запис, у системі зберігається логін та пароль, генеруються ключі для обміну даними. Приватний ключ зберігається на девайсі користувача з якого буда запущена програма, а публічний ключ знаходиться на сервері. Приватний ключ видаляється із сервера.

У випадку, якщо система була перенесена, або вже налаштована, то перехід треба зробити на сторінку «Авторизація» яка представлена полями:

- введення логіну;
- введення паролю.

У випадку успішної авторизації чи реєстрації користувачу надається повний доступ до системи.

Далі користувач попадає на сторінки управління роботами в системі. На початку роботи системи у ній не має жодного зареєстрованого робота.

Кожен рухомий об'єкт необхідно підключити до мережі Wi-Fi та надати IP адреси системі для подальшої взаємодії.

До системи необхідно внести усіх рухомих роботів, які працюють на автоматизованому складі, навіть тих, які поки не використовують, це потрібно для того, щоб аналітичний блок системи зміг краще передбачити чи потрібно додавати рухомі об'єкти на лінію.

На сторінці управління роботами можна:

- зареєструвати нового рухомого об'єкту в системі – при першій роботі з програмою це є необхідним, надалі по мірі розширення виробництва можна реєструвати нові об'єкти.
- видалення рухомого об'єкту із системи – автоматизовані склади можуть змінювати устаткування, а роботизовані засоби виходити з ладу. Тому видалення об'єктів, які не функціонують з причин поломки чи виведення з обігу є необхідною операцією для коректної роботи аналітичного блоку прогнозування.
- перегляд статусів роботів:
 - робот знаходиться в неактивному стані;
 - робот в активному стані виконує завдання;
 - робот в активному стані в режимі очікування.

Після закінчення роботи з роботами користувач переходить до сторінки роботи із заявками в системі. Заявки бувають наступних типів:

- заявка на завантаження готового виробу на склад із пункту приймання.;
- заявка на перенесення вантажу з одного пункту до іншого;
- заявка на перенесення вантажу між стелажми;
- заявка на завантаження готового виробу.

На сторінці роботи із заявками можна ввести:

- заявку у чергу в ручну, або завантаження заявок через документ;
- переглянути чергу заявок;
- редагувати заявку;
- видалити заявку із черги.

Інтерфейс системи наведено на демонстраційному плакаті №6.

3.2 Реалізація бізнес-логіки

Система автоматизованого складу представляє собою такий набір функціоналу:

- робота із заявками;
- робота з товарами на складі;
- аналітичний блок прогнозування;
- робота з рухомими об'єктами на складі.

Основний функціонал системи представлений такими бізнес-процесам:

- створення облікового запису;
- видалення облікового запису;
- створення заявки на виконання;
- редагування заявки;
- видалення заявки;
- реєстрація робота у системі;
- видалення робота із системи.

Бізнес логіка представлена Web API, який використовує REST стиль. Взаємодія з сервером відбувається за допомогою HTTP-запитів GET, POST, PUT, DELETE.

GET – використовується для отримання ресурсів, такі запити надає користувач, у результаті цього отримує інформацію про поточний стан.

За допомогою методу GET реалізовано:

- запит на створення списку заявок у черзі;
- запит на перелік виконаних заявок;
- запит на виконання заявки;

- запит на відображення статусів роботів у системі;
- запит на відображення активних роботів;
- запит на відображення роботів у простої;
- запит на відображення роботів.

POST – використовується для створення ресурсу, такі запити використовує і система і користувач.

За допомогою методу POST реалізовано:

- запит на обробку заявки;
- запит на визначення робота для роботи;
- запит на виконання заявки;
- запит на реєстрацію робота в системі;
- запит на створення заявки;
- запит на створення облікового запису в системі.

PUT – цей метод використовується для оновлення та редагування.

За допомогою методу PUT реалізовано:

- запит на створення заявки.

DELETE – використовується для видалення ресурсу з системи;

За допомогою методу DELETE реалізовано:

- запит на видалення заявки;
- запит на видалення робота із системи;
- запит на видалення облікового запису.

3.3 Навчання системи прогнозування

Для навчання системи прогнозування використовувалася навчальна вибірка із 1000 різних трас, які були поділені за наступними критеріями:

- мале виробництво – до 15 рухомих об’єктів, до 50 стелажів, протяжність траси пересування до 3 км.
- середнє виробництво – до 40 рухомих об’єктів, до 150 стелажів, протяжність траси пересування до 8 км

- велике виробництво – до 200 рухомих об’єктів, до 400 стелажів, протяжність траси пересування до 20 км.

800 трас були навчальними, а 200 – тестувальними. Заявки подавалися з інтервалом у 5 хв, кількість заявок визначалася рандомізованим значенням від 1 до 10.

Після впровадження системи на реальний об’єкт дані будуть поступати від мікросервісу, який відповідає за заявки і надавати реальні дані. Система же буде оброблювати дані і додавати їх до навчальної вибірки. Звідси система буде навчена і може мати можливість швидко реагувати на ситуацію на підприємстві.

3.4 База даних

Для системи автоматизованого складу розроблену базу даних, структуру бази даних показано у додатку Д.

Для зберігання заявок створена база даних з таблицею *Order*, в таблиці присутні наступні поля:

- ID;
- назва;
- тип операції;
- кінцевий пункт;
- тип вантажу;
- ID вантажу;
- ID стелажу;
- статус заявки.

Заявки зі статусом «Невиконанно» знаходяться у представлені (View) таблиці *Order*.

Таблиця *Product* призначена для зберігання продукції на складі та має такі поля:

- ID;

- назва;
- тип;
- ID стелажу;
- кількість.

Додатково створена таблиця для нумерації стелажів *Stack*, яка має наступні поля:

- ID;
- назва;
- тип вантажу.

3.5 Тестування системи

Щоб протестувати систему змодлюємо процес роботи автоматизованого складу. За допомогою програми SP Robotic Works згенеруємо роботів, які будуть виконувати завдання та завантажимо тестові траси для проходження, які представлені чорною лінією.

Змодельуємо найпростіший механізм робота з 2 колекторними електромоторами з редукторами та 2 колесами, оснащеного двома датчиками чорної лінії для пересування. Чорна лінія буде знаходитися між двома датчиками. В ході руху робота, при зміні траєкторії датчики будуть надавати сигнали:

- 0 – у випадку коли, чорна лінія не знайдена;
- 1 – у випадку, коли датчик зафіксував чорну лінію.

На мотори подаються дискретні значення від 0 до 255, що ї змінює їх швидкість. Поки обидва датчики не бачать чорної лінії робота рухається прямо.

При знаходженні датчиком чорної лінії мотори змінюють свою швидкість, за рахунок зміни швидкості одного з моторів робот може повертати на відповідний кут та їхати у відповідну сторону, при повороті, як тільки датчики не подають сигналів знаходження чорної лінії, робот продовжує рух. У ситуації, коли чорна лінія закінчилась, і якщо заявка буде оброблена, робот розвертається на 180° .

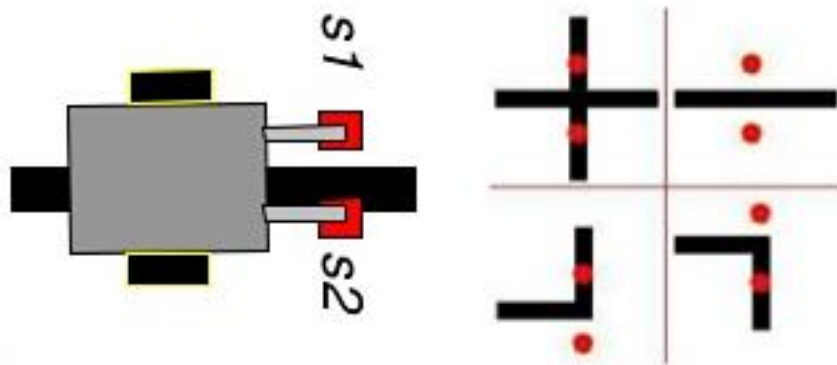


Рисунок 3.2 – Рух об'єкту та розташування датчиків

Зазначимо, що під заявками буде матися на увазі переміщення роботу з одної точки до кінцевого пункту. Час на завантаження та розвантаження буде обнаковим 1.5 хв. З даної системи будемо виводити log-файл, з кількістю роботів у неактивному режимі та кількості заявок у черзі за 1 хв. До нейронної мережі буде поступати інформація про приріст неактивних робіт та заявок у черзі. Сусідні значення з log-файлу будуть відніматися. Тому приріст будемо рахувати кожні 2 хв.

Нейронна мережа буде рекомендувати чи потрібно збільшити кількість роботів на лінії. При прогнозі більше 55% будемо додавати на лінію 1 робота, який буде з'являти на початку складу.

Заявки формуються за допомогою рандомізатора та визначають кінцеву точку. Кінцевими точками можуть бути:

- початок складу;
- стелажі;
- кінець складу.

Проведемо такі експерименти:

- порівняння роботи системи при постійному прирості заявок у черзі;
- порівняння роботи системи при рандомізованому прирості заявок у черзі.

Дані експерименти будуть проводитися з використанням та без використання нейронної мережі, щоб перевірити продуктивність.

У випадку, коли нейронна мережа буде відсутня, при завантаженні усіх роботів, при часі невиконання заявки 10хв на лінію буде додаватись 1 робот. Така організація обумовлена тим, що усі роботи можуть бути активні, проте вони справляються з поставленою задачею, тому додаткові одиниці рухомих об'єктів не потрібні.

Тестові траси генеруються автоматично. За принципами:

- кут нахилу від 30° до 130° ;
- кількість стелажів до 100 одиниць;
- кількість трас 100 одиниць.

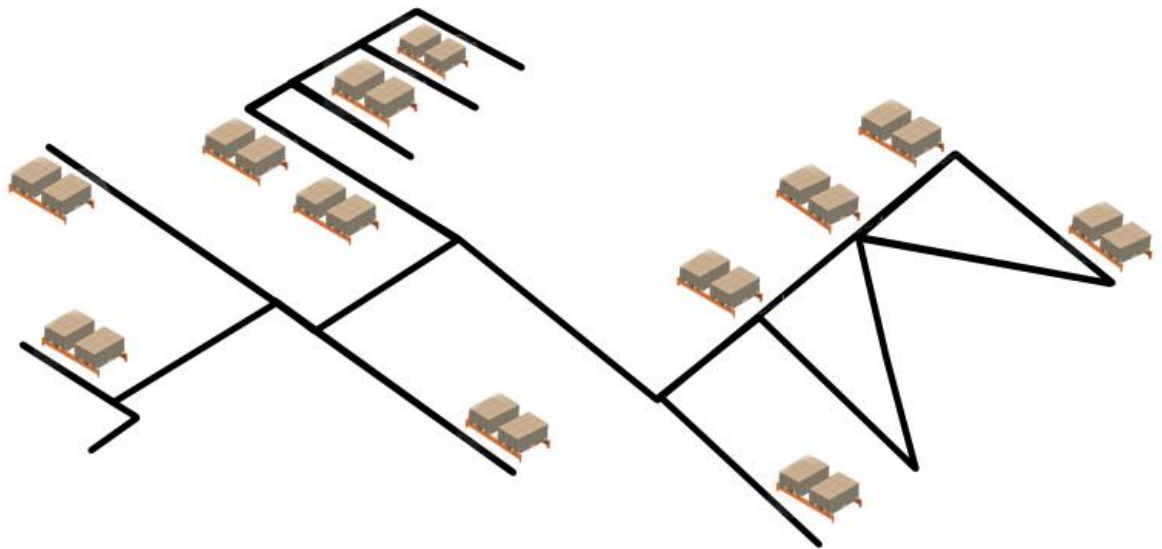


Рисунок 3.3 – Приклад тестової траси

Проте усі дослідження будуть проводитися на трьох трасах, для імітування роботи на малому, середньому та великому виробництві (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Характеристики тестових ситуацій

№	Кількість	Початкове значення робіт на лінії	Загальна кількість робіт	Початкова кількість заявок у черзі	Приріст заявок
1	10	2	8	5	2 кожні 2 хв
2	56	10	45	20	8 кожні 2 хв
3	94	25	72	43	15 кожні 2 хв

Для кожного експерименту буде надаватись 150 заявок. Для проведення дослідження спочатку запусимо об'єкт без використання нейронної мережі та визначимо час проходження траси. Система тестувалася у прискореному режимі(табл. 3.2). Також зазначимо, що для тестування системи з нейронною мережею будуть подаватися одні й ті ж самі сформовані заявки, а не генеруватися нові, для чистоти експерименту.

Таблиця 3.2 – Тестування роботи

№	Кількість стелажів	Тест 1 – постійний приріст заявок, хв	Кількість часу в простоті, хв	Тест 2 – рандомізований приріст заявок	Кількість часу в простоті, хв	Кількість активних робіт
1	10	321	57	391	56	8
2	56	547	78	603	96	45
3	94	728	153	829	115	70

З огляду на результати можна побачити, що були задіяні усі роботи, а час простою склав ~18% від загального часу роботи.

Тепер протестуємо систему з додаванням додаткового аналітичного блоку прогнозування (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Тестування роботи системи інтелектуального складу

№	Кількість стелажів	Тест 1 – постійний приріст заявок, хв	Кількість часу в прос-тої, хв	Тест 2 – рандомізований приріст заявок	Кількість часу в прос-тої, хв	Кількість активних робіт
1	10	257	12	285	21	8
2	56	422	33	541	48	37
3	94	596	41	608	74	61

При порівнянні результатів видно, що система з аналітичним блоком прогнозування впоралася із завданням швидше, що говорить про доцільність використання даної системи.

Хоча дані ситуації є змодельованими вони відображають реальні ситуації на автоматизованих складах. А також екстремальні ситуації, які можуть трапитися. Система з нейронною мережею показала значно кращі результати, тобто реакція була швидша. Ще одним важливим фактором є те, що системи при моделюванні середнього та великого підприємства задіяли не усіх роботів, тобто система покращила показники з меншою кількістю задіяних одиниць. Це означає, що і витрати на обслуговування та електроенергія менші, отже система також є економічно вигідною.

Висновок до розділу

Описано архітектуру роботи реалізованої системи інтелектуального автоматизованого складу, реалізовано інтерфейс користувача та описано базу даних.

Додатково проведено тест з використанням аналітичного блоку та без нього, за результатами експерименту доведено доцільність використання нейронних мереж для задачі прогнозування та впровадження такого блоку до системи автоматизованого складу.

РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ

4.1 Опис ідеї проекту

Ідея проекту полягає у створенні інтелектуальної системи автоматизованого складу з аналітичним блоком прогнозування кількості рухомих об'єктів на роботизованому виробництві. Призначення системи – управління бізнес-процесами на автоматизованому складі. А саме:

- обробка заявок;
- керування місцем на складі (виділення місця під заготовки або готову продукцію)
- аналітичний блок управління та прийняття рішень.
- відображення статусу робота.

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Інтелектуальна система автоматизованого складу з аналітичним блоком прогнозування кількості рухомих об'єктів на роботизованому виробництві.	Управління бізнес-процесами на автоматизованому складі	Максимальне спрощення та автоматизація процесу керування роботизованими пристроями.
	Надання функціоналу керування заявками та роботами.	Можливість прогнозувати необхідну кількість робіт на виробництві.

На ринку існують аналоги подібних систем, але більшість з них налагоджені з перенасиченим функціоналом, направлені на великі підприємства. Ці аналоги в основному англійські, дорогі, вимагають довгостроково навчання персоналу або платне обслуговування. До того ж розроблена система універсальна та може бути пристосована до різних підприємств.

Тому доцільно проводити аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно з пропозиціями конкурентів.

Таблиця 4.2 - Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко- економічні характеристики ідеї
1.	Обробка заявок
2.	Керування місцем на складі
3.	Аналітичний блок прийняття рішень
4.	Блок управління рухомих об'єктів
5.	Веб-інтерфейс

Таблиця 4.3 – Головні конкуренти

(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
Проект	Конку- рент 1	Конку- рент 2	Конку- рент 3			
Інтелектуальна система автоматизованого складу.	Система автоматизованого складу	Система автоматизованого складу з управлінням нумерацією.	відсутній	Наявність подібних систем.	Управління через веб-інтерфейс	Головні конкуренти мають менш адаптивні системи.
				Відсутність стартової навчальної вибірки.		Використання гнучких алгоритмів, тобто ШІ.

Ідея проекту є актуальною, можна виділити вагомі переваги для споживачів системи. Перелічені техніко-економічні характеристики, слабкі, нейтральні та сильні сторони дають підставу вважати, що проект може мати успіх.

4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Для проведення технічного аудиту ідеї проекту, потрібно провести аудит технологій, за допомогою яких можна реалізувати ідею проекту. І для початку потрібно визначити можливість технологічної здійсненності проекту.

Таблиця 4.4 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Інтелектуальна система автоматизованого складу.	Технологія розробки веб системи, з використанням гнучких алгоритмів, нейронних мереж.	Технологія наявна	Технологія доступна.

Технологічна реалізація проекту можлива.

Обрана технологія доступна, не потребує доробки, а також безкоштовна та надає усі необхідні можливості для реалізації поставленої задачі. Для розробки з використанням даної технології необхідно мати персональний комп'ютер для можливості встановлення робочого середовища.

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

4.3.1 Аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів. Для цього спочатку проводиться аналіз попиту.

Таблиця 4.5 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	Автори алгоритмів, технічна підтримка, розробники, користувачі
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	600 тис.грн.
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Наявність конкурентів
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Система повинна відповідати вимогам, які диктують користувачі.
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	14%

Проект є привабливим для входу на ринок.

Надалі визначаються потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формується орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 4.5). Після визначення потенційних груп клієнтів проводиться аналіз ринкового середовища: складаються таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають.

Після аналізу конкуренції проводиться більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі (табл. 4.6) за моделлю п'яти сил М. Портера, яка вирізняє п'ять основних факторів, що впливають на привабливість вибору ринку з огляду на характер конкуренції:

- конкурент, що вже є у галузі;
- потенційні конкуренти;

- наявність товарів-замінників;
- постачальники, що конкурують за ринкову владу;
- споживачі, які конкурують за ринкову владу.

4.3.2 Визначення груп потенційних клієнтів

Таблиця 4.6 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
	Потреба в управлінні роботизованими засобами	Малі підприємства	Малі підприємства націлені на автоматизацію бізнес процесів, спрощення роботи без витрат на персонал.	Прийнятна цінова політика.
	Потреба в стандартизованій системі автоматизованого складу	Середні підприємства	Середні підприємства націлені на автоматизацію бізнес процесів, розширення функціоналу.	Більша ефективність.
		Великі підприємства	Великі підприємства націлені на автоматизацію бізнес процесів, зменшення витрат на обслуговування та виробництво.	Адаптивність системи до різних типів підприємств.

Визначена характеристика дозволяє зробити висновок, що проект знайде свого покупця, а за рахунок подальшого масштабування та адаптації проект може стати універсальним рішенням.

4.3.3 Аналіз ринкового середовища

Таблиця 4.7 – Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Недостатня розвиненість інвестиційної діяльності у країні.	Коштів може бути недостатньо для реалізації задуманої ідеї.	Пошук компаній, які готові бути партнерами, волонтерів, вітчизняних розробників. Реклама партнерської продукції.
2.	Зростання вимог споживачі	З впровадженням системи вимоги до неї можуть змінюватись.	Реалізація оновлень до систем.

Таблиця 4.8 – Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Зацікавленість інвесторів	Інвестори можуть бути зацікавлені у нестандартному підході реалізації та вирішенні проблеми.	Зацікавленість інвесторів може допомогти залучити експертів для розробки ефективного і надійного ПЗ.
2.	Новизна ідеї	Незвичайна ідея може залучити нових партнерів.	Налагодження зв'язків, залучення нових партнерів.
4.	Нові проекти	На базі запропонованої ідеї можна розробити додаткові проекти та системи вибору житла.	Активна роль у розвитку нових гілок справи, які можуть збільшити прибуток.

Стартап-проект можна впроваджувати на ринок.

Надалі проводиться аналіз пропозиції – визначаються загальні риси конкуренції на ринку (табл. 4.9): визначаються тип можливої майбутньої конкуренції та її інтенсивність, рівень конкурентоспроможності за рівнем конкурентної боротьби, видами товарів і галузевою ознакою.

4.3.4 Аналіз пропозиції

Таблиця 4.9 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика
1. Вказати тип конкуренції - монополія/олігополія/ монополістична/чиста	Монополістична
2. За рівнем конкурентної боротьби - локальний/національний	Національний
3. За галузевою ознакою - міжгалузева/ внутрішньогалузева	внутрішньогалузева
4. Конкуренція за видами товарів: - товарно-родова - товарно-видова	Товарно-родова
5. За характером конкурентних переваг - цінова / нецінова	нецінова
6. За інтенсивністю - марочна/немарочна	немарочна

Конкуренція для реалізації проекту на ринку прийнятна, хоча

4.3.5 Аналіз умов конкуренції в галузі 5 сил М. Портера

Таблиця 4.10 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Аналогічні системи на ринку.	Нові системи на ринку	Розробники бібліотек, фреймворків та алгоритмів, які можна використовувати у розробках.	Можливість гнучкого впровадження системи.	Аналогічні системи
Висновки:	Так як розроблена система має суттєві функціональні переваги, то інтенсивність щодо боротьби припускає.	Враховуючи, що при впровадженні таких систем не має стартових пропозицій, то бар'єр для входу на ринок прийнятний.	Постачальники не диктують умови на ринку, а лише надають інструмент для реалізації.	Головними умовами є вирішення поставленої задачі. Клієнти диктують умови на ринку.	Обмеження на ринку з боку товарів-замінників – мінімальна.

Висновок: проект може бути впроваджений на ринку з огляду на конкурентну ситуацію.

4.3.6 Перелік факторів конкурентоспроможності

- Гнучкість використання: система може бути адаптована на нові вимоги ринку.
- Продуктивність: запропонована система використовує нейронну мережу, що підвищує ефективність роботи автоматизованого складу.
- Новизна – запропонована система використовує базисно-радіальні функції.

Зазначені фактори надають проекту можливість виходу на ринок, так попити споживачів.

4.3.7 Аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту

Таблиця 4.11 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «назва проекту»

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали	Прямі конкуренти	Система автоматизованого складу.
1	Гнучкість використання	1-20	5	15
2	Продуктивність	1-20	15	18
3	Новизна	1-20	10	20
			30	53

Інтелектуальна система автоматизованого складу вище завдяки ціновому фактору та новизні запропонованого рішення.

4.3.8 SWOT-аналіз

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (Strength, Weak, Opportunities, Troubles) (табл. 4.12) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін.

Таблиця 4.12 – SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони стартап-проекту	Слабкі сторони стартап-проекту
Маркетинг	
Налагодження партнерських зв'язків, просування продукту на вітчизняному ринку.	Недостатній імідж на ринку.
Розробка	
Застосування новітніх технологій при розробці.	Складність гнучких алгоритмів
Персонал	
Ефективна кадрова політика, професійність та кваліфікованість кадрів, залучення українських розробників та міжнародних експертів.	Відсутність достатнього досвіду.
Дослідження та розробки	
Постійне оновлення продукції, дослідження направлені на покращення якості системи.	Можливі додаткові витрати на навчання персоналу при розробках.
Фінанси	
Основна сума статутного капіталу формується за рахунок власних фінансових ресурсів учасників, вкладень інвесторів, замовників.	Можливі додаткові фінансові витрати при зміні конфігурацій, оснащення та купівлі обладнання.
Можливості	Загрози
Прихильність до впровадження нових технологій на ринок.	Зміна політики непрямих конкурентів.
Розширення функціоналу системи	Нестабільна політична та економічна ситуація.

Закінчення табл. 4.12

Послаблення позицій конкурентів.	Наявність прямих конкурентів.
Використання новітніх світових технологій та засобів розробки.	Технологічна невідповідність
Залучення висококваліфікованого персоналу.	Не прийняття новизни та запропонованого рішення проекту.
Задоволення запитів споживача: час вибору пропозиції, швидкість пошуку, якість оцінки пропозиції.	
Збільшення прихильності клієнтів, за рахунок налагодженню партнерських зв'язків.	

Проведений SWOT-аналіз показав, що стартап-проект доцільно реалізувати.

На основі SWOT-аналізу розробляються альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок. Визначені альтернативи аналізуються з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів.

4.3.9 Альтернативи ринкової поведінки

Таблиця 4.13 – Альтернативи ринкової поведінки

Альтернатива ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
Запровадження у систему нових технологій кластеризації, класифікації, фільтрації та нових гнучких алгоритмів	Розширення клієнтської бази	Від 6 до 12 місяців
Використання висококваліфікованого персоналу	Підвищення якості продукту та швидкість розробки	Від 2 місяців до 6
Формування позитивного іміджу при задоволенні зростаючого попиту	Розширення клієнтської бази	Від 2 місяців до 6
Орієнтація на різні вподобання користувачів, їх вподобання щодо ідеального житла	Розширення клієнтської бази	Від 6 до 9 місяців
Вихід на нові ринки	Пошук інвесторів Розширення клієнтської бази	Від 1 до 4 місяців

4.3.10 Висновки до аналізу ринкових можливостей

Є можливість ринкової комерціалізації проекту, наявний попит та рентабельність роботи на ринку;

Є перспективи впровадження з огляду на потенційні групи клієнтів, бар'єри входження, стан конкуренції, конкурентоспроможність проекту;

Доцільною подальша імплементація проекту.

4.4 Розроблення ринкової стратегії

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 4.14 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

Опис цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в сегменті	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
Орендарі	Потребують	Попит є	Присутня	Помірно
Продавці	Потребують	Попит є, проте нижчий ніж у орендарів	Присутня	Помірно
Орендарі	Потребують	Попит є	Присутня	Помірно
Покупці	Потребують	Попит є, проте нижчий ніж у орендарів	Присутня	Помірно

Які цільові групи обрано: оскільки різниця між цільовими групами зовсім незначна, а також враховуючи той факт, що компанія має бажання почати продажі (а відповідно і отримання прибутку) якомога швидше, то доцільно враховувати усі цільові групи, тобто використовувати масовий маркетинг, пропонуючи стандартизовану програму.

За результатами аналізу потенційних груп споживачів (сегментів) автори ідеї обирають цільові групи, для яких вони пропонуватимуть свій товар, та визначають стратегію охоплення ринку.

Таблиця 4.15 – Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
Вихід на нові ринки	Стратегія спеціалізації	Надання товару із варіативністю локалізації	Стратегія диференціації

Закінчення табл. 4.15

Розширення клієнтоорієнтованого функціонування	Стратегія диференціації (допускається стратегія спеціалізації)	Надання товару відмінних якостей, які роблять систему особливою на фоні аналогічних розробок	Стратегія диференціації (допускається стратегія спеціалізації)
--	--	--	--

Таблиця 4.16 – Визначення базової конкурентної поведінки

Чи є проект «першопроходцем» на ринку	Ні
Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Обидва варіанти
Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Так
Стратегія конкурентної поведінки	Стратегія виклику лідера

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту, а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку та стратегії конкурентної поведінки розробляється стратегія позиціонування, що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку або проект.

Таблиця 4.17 – Визначення стратегії позиціонування

Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту
-------------------------------------	---------------------------	--	---

Закінчення табл. 4.17

Доступна ціна, простота і зручність використання, універсальність	Стратегія диференціації	Вирішення важливих поставлених задач швидко, легко та зрозуміло навіть без інструкцій. Легкість і простота у використанні. Доступність через ціну та технічні характеристики	– стандарти якості – метрики ПЗ – ASQAS - automated system of quality assessment software
---	-------------------------	--	--

Результатом є узгоджена система рішень щодо ринкової поведінки стартапкомпанії, яка визначатиме напрями роботи стартап-компанії на ринку. Отже, робота стартап-компанії на ринку повинна бути спланована орієнтовано таким чином: за стратегією диференціації виконаний і буде поширюватись товар відмінний за властивостями від своїх аналогів, дотримуючись у конкурентній поведінці стратегії «виклику лідера», тобто випускається один товар для усіх можливих споживачів.

Надалі розроблена трирівнева маркетингова модель товару: уточнюються ідея продукту, його фізичні складові, особливості процесу його надання.

4.5 Розробка маркетингової програми стартап-проекту

Першим кроком є формування маркетингової концепції товару, який отримає споживач.

Таблиця 4.18 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами
Система автоматизованого складу	Аналітичний блок вирішення кількості робіт на складі.	Розрахункові показники, точність та достовірність яких можна оцінювати; простота, кількість вхідних параметрів; самостійність програмної системи.

Таблиця 4.19 – Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові
Товар за задумом	<p>Перегляд списку заявок;</p> <p>Перегляд списку робіт;</p> <p>Формування заявок;</p> <p>Перегляд статусу робіт;</p> <p>Створення та редагування облікових записів;</p> <p>Аналітичний блок прогнозування;</p>
Реалізований товар	<p>Реалізовано перегляд списку заявок;</p> <p>Перегляд списку робіт;</p> <p>Формування заявок;</p> <p>Перегляд статусу робіт;</p> <p>Створення та редагування облікових записів;</p>

За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: від копіювання потенційний товар захистити не складає проблеми. Розроблена

математична модель підбору пропозицій, на якій базується програмна система, публікувалась лише у загальних рисах, а без математичної моделі цей ПП лише набір рядків коду. Визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар, яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги, а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів.

Таблиця 4.20 – Визначення меж встановлення ціни

Рівень цін на товарианалоги (середнє за місяць)	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни
10000 грн	40000 грн	4000-30000 грн

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення (табл. 4.20): проводити збут власними силами або залучати сторонніх посередників, вибір та обґрунтування оптимальної глибини каналу збуту, вибір та обґрунтування виду посередників.

Таблиця 4.21 – Формування системи збуту

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
Бажання отримати більше за менші гроші	Залучення клієнтської бази та продаж	Нульовий рівень: тільки виробник	Вертикальна маркетингова система

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (табл. 4.21).

Таблиця 4.22 – Формування системи збуту

Поведінка цільових клієнтів	Канали комунікацій цільових клієнтів	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення
Бажання отримати більше за менші гроші	Будь-які, але бажано з великою кількістю візуального контенту	Низька ціна Широкий вибір функціоналу Легкий і простий у використанні продукт	Донести до користувача суть продукту, його якість, та залучити якомога більше зацікавлених клієнтів

4.6 Економічне обґрунтування розробки

У даному підрозділі наведено економічне обґрунтування створення даного проекту: загальні витрати на розробку, супровідні витрати, можливі джерела інвестицій, строки та умови повернення займаних коштів. З метою реалізації проекту організовується ФОП, форма оподаткування ЄСВ, ставка 6%, об'єкт оподаткування - «доходи мінус витрати». Процес реалізації можна розбити на два етапи: підготовчий і операційний. До підготовчого відноситься підбір персоналу, організація робочих місць, оплата ліцензій на програмне забезпечення.

Таблиця 4.23 – Формування системи збуту

Позиція	Необхідний строк задіяності на проєкті	Заробітна плата(\$\міс)
Архітектор\ Проектний мене- джер	8 місяців	2000
Розробник клієнтської частини	6 місяців	1400
Розробник серверної частини	6 місяців	1800
Тестувальник	4 місяці	350
Маркетолог	8 місяців	500
Всього:	8 місяців	40 600

Бачимо, що загальний час на розробку – 8 місяців, з яких 2 перших місяці займатиме планування архітектури та розробка маркетинг-плану продукту. Із 3-го місяця починається розробка програмного продукту. Із 5-го місяця запланований початок тестування. Далі наведена таблиця із супровідними витратами, необхідними на час розробки проєкту.

Таблиця 4.24 – Супровідні витрати

Позиція	Необхідний строк задіяно- сті на проєкті	Вартість
Оренда приміщення	8 місяців	3200
Оренда офісних ме- блів	8 місяців	1600
Технічне забезпе- чення	-	8000
Програмне забезпе- чення	8 місяців	2000
Офісне приладдя	-	300
Логістика	8 місяців	600
Реклама та просу- вання	-	12 000
Форс-мажорні ви- трати	8 місяців	2000
Всього:	8 місяців	29 700

Маючи інформацію про необхідні матеріальні та нематеріальні активи, а також про очікувані річні обсяги збуту створеного продукту, отримуємо наступні дані Обсяг інвестиційних витрат – 70 300 у.о., з яких власні кошти ініціатора проєкту – 10 000 у.о. Нестачу коштів планується покрити за допомогою залучення банківського кредиту на термін 48 місяців зі ставкою 14% річних. Кредитні канікули три місяці.

4.7 Висновки до розділу

Отже, ринкова (маркетингова) програма орієнтовано має бути побудована таким чином:

- розробка продукту;
- вибір сегменту ринку та пошук клієнтів;
- стратегія розвитку - стратегія розподіленості, тобто формування конкурентоспроможності досягається шляхом надання споживачу товару, якого той потребує. На основі детального вивчення середовища споживання розробляється одна або декілька особливих характеристик власного товару;
- стратегія конкурентної поведінки – стратегія виклику лідера, тобто на споживчому ринку націлюватись на всіх можливих споживачів, у тому числі клієнтів фірм-конкурентів. Така стратегія будується за принципом «йти слідом» за лідером ринку. За наступні цілі ставиться можливість обійти лідерів цільового сегменту.

Стан та динаміка ринкового середовища на сьогоднішній день і ще багато років є і будуть залишатись сприятливими для впровадження розробленої системи, а також для її необхідності.

Конкурентні переваги створеного продукту очевидні. На вітчизняному ринку аналогів майже не існує, а існуючі – вкрай низької якості. На міжнародному ринку конкуренція наявна та буде рости, якщо не підтримувати та не розвивати свій продукт.

Також, після проведення аналізів можливого цільового сегменту (споживачів), потреб споживачів та можливого попиту, динаміки ринку та рентабельності роботи на ринку, можна однозначно зробити висновок, що створений проект доцільний до комерціалізації.

Перспективи впровадження з огляду на потенційні групи клієнтів, бар'єри входження, стан конкуренції та конкурентоспроможності проекту – прямі, і тільки доводять можливість впровадження, та не марну розробку створеного продукту.

ВИСНОВКИ

Важливою характеристикою автоматизованих та роботизованих виробництв є ефективне використання допоміжного обладнання, що надасть змогу покращити показники, а саме мінімізація часу простоїв та оптимізація кількості робочого обладнання. Визначено основні проблеми у реалізації систем автоматизованих складів з рухомими об'єктами. Для подолання цієї проблеми модифіковано вимоги до інтелектуальної системи автоматизованого складу. Сформовано функціонал системи, визначені бізнес-процеси та ролі.

Досліджено архітектуру та технології розробки для побудови системи інтелектуального складу. У результаті обрано використовувати: Visual Studio Code; PostgreSQL, FireBase – реалізація баз даних; Node.js, Express, JavaScript – для програмної реалізації та інтерфейсу користувача, мову Python – для розробки нейронної мережі. Використання цих сучасних технологій дозволяє досягти високих показників ефективності системи за мінімальну вартість.

Створено три мікросервіси:

- систему управління заявками;
- систему управління рухомими об'єктами;
- аналітичний блок для прогнозування необхідності додання чи вилучення рухомих об'єктів.

Використання мікросервісної архітектури дає можливість масштабувати та редагувати кожен мікросервіс окремо, що значно спрощує задачу удосконалення та адаптування системи.

Для оцінки ефективності розробленої системи виконано моделювання роботи кількох типів складів без використання та з використанням аналітичного блоку прогнозування для додання нових рухомих об'єктів на лінію.

Експериментально доведено, що робота різних складів може бути оптимізована по часу обробки операцій навіть при меншій кількості використання роботизованих пристроїв при додаванні аналітичного блоку.

Результатом магістерської роботи стала інтелектуальна система автоматизованого складу з використанням рухомих об'єктів. Система оснащена зручним користувацьким інтерфейсом та задовольняє усі поставлені вимоги до функціональності системи.

Результати роботи пройшли апробацію на міжнародній науковій конференції «Conduct of Modern Science».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Neural Network Approach to Control System Identification with Variable Activation Functions Michael C. Nechyba and Yangsheng Xu
2. Проць Я. І. Захоплювальні пристрої промислових роботів: Навчальний посібник./ Я. І. Проць — Тернопіль: Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя, 2008. — 232 с.
3. Борисов Ю.И. Нейросетевые методы обработки информации и средства их программно-аппаратной поддержки / Борисов Ю.И, Кашкаров В.М., Сорокин С.А. / Открытые системы. — 1997.— № 4. — С. 38 — 40.
4. Горбань А.Н., Россиев Д.А. Нейронные сети на персональном компьютере. /А.Н. Горбань, Д.А. Россиев — Н.: Наука, 2006. — 276с.
5. Горбань А.Н. Нейронные сети на персональном компьютере / А.Н. Горбань, Д.А. Россиев. — Новосибирск: Наука, 2006. — 230 с.
6. Комашинский В.И. Смирнов Д.А. Внедрение в нейро-информационные технологии. / В.И. Комашинский, Д.А. Смирнов - СПб., 1999.
7. K.G. Shin Direct control and coordination using neural networks IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics (Volume: 23 , Issue: 3 , May/Jun 1993)
8. Hong S.G., Kim S.W. and Lee J.J., 2015. The Minimum Cost Path Finding Algorithm Using a Hopfield Type Neural Network, Proceedings IEEE International Conference on Fuzzy Systems 4, 719–726.
9. Moody and C. J. Darken, "Fast learning in networks of locally tuned processing units, " Neural Computation, 1, 281—294 (1989). Also see Radial basis function networks according to Moody and Darken
10. Лисе А.А., Степанов М.В. Нейронные сети и нейрокомпьютеры. / А.А. Лисе, М.В. Степанов / Учеб. пособие. ГЭТУ. - СПб., 2009. 64 с.
11. Тархов Д.А. Нейронные сети. Модели и алгоритмы. — М.: Радиотехника, 2010.

12. Царегородцев В.Г. Перспективы распараллеливания программ нейросетевого анализа и обработки данных / В.Г. Царегородцев // Материалы III Всерос. конф. «Математика, информатика, управление – 2008». – Иркутск, с 2014. – С. 110-117.

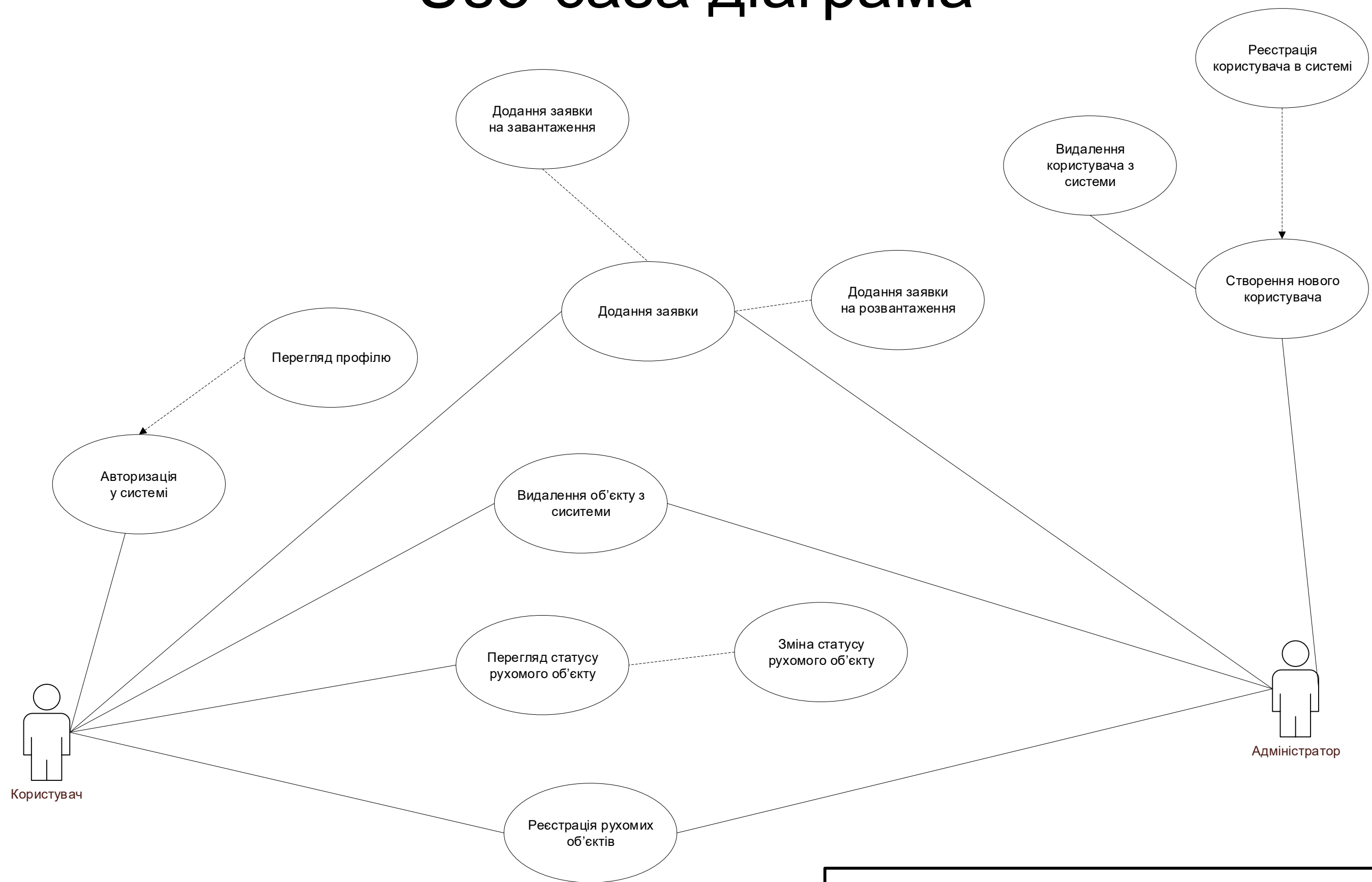
ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Графічний матеріал

ПЛАКАТ 1
Use-case діаграма

Use-casa діаграма

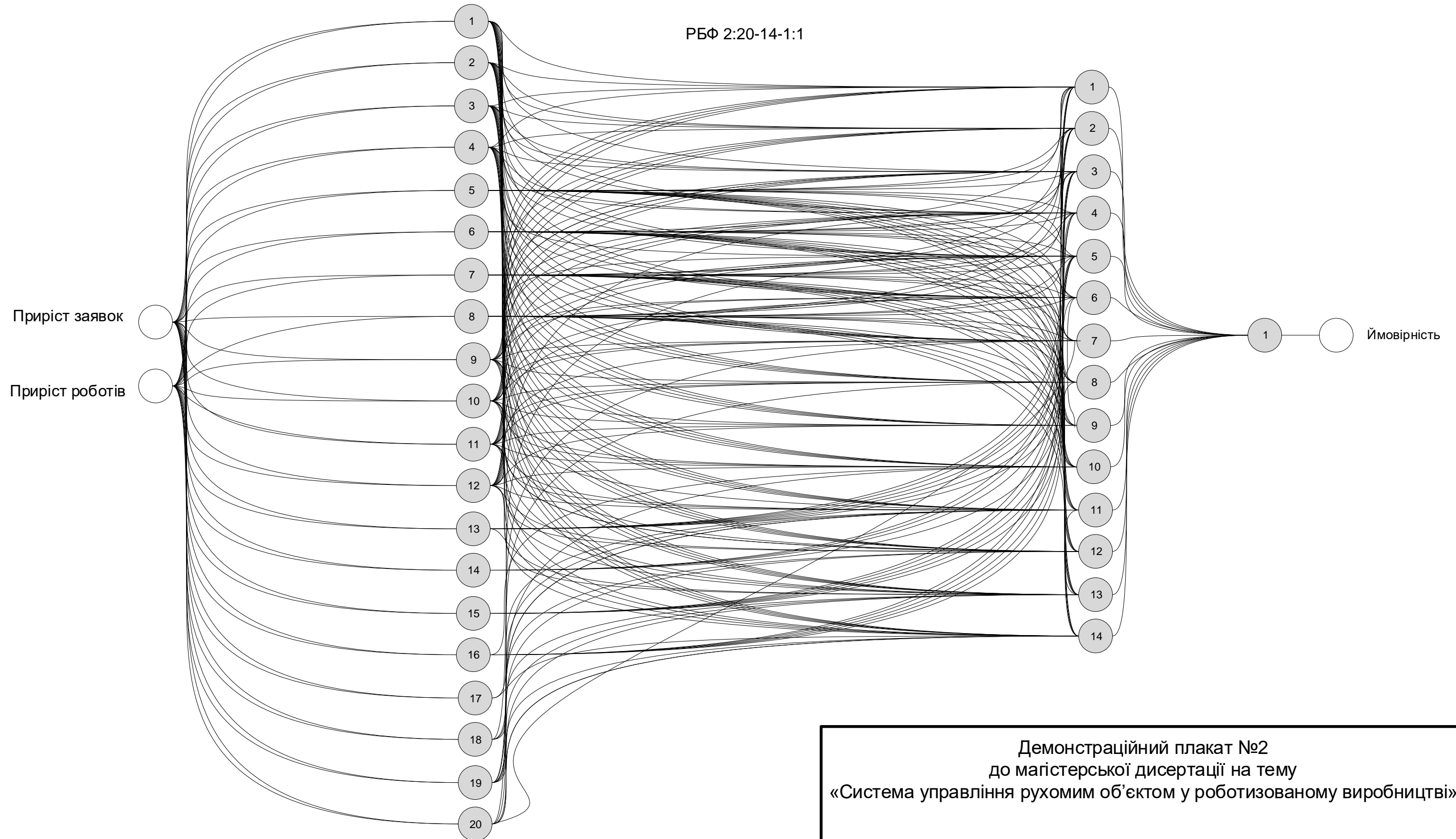


Демонстраційний плакат №1
до магістерської дисертації на тему
«Система управління рухомим об'єктом у роботизованому виробництві»

Розробив: Дем'янова Ю.О.
Прийняв: к.т.н., доцент Ліхоузова Т.А.

ПЛАКАТ 2
Структура нейронної мережі

Структура нейронної мережі

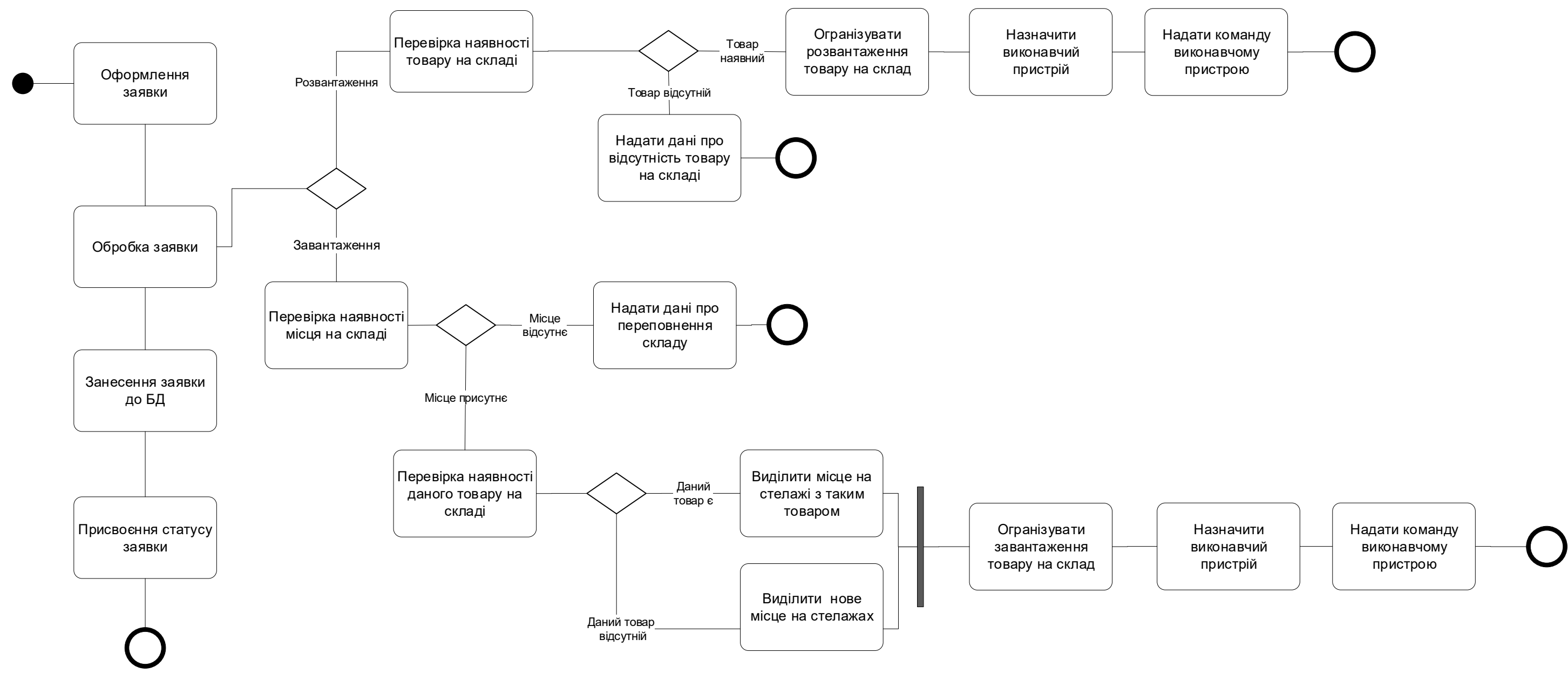


Демонстраційний плакат №2
до магістерської дисертації на тему
«Система управління рухомим об'єктом у роботизованому виробництві»

Розробив: Дем'янова Ю.О.
Прийняв: к.т.н., доцент Ліхоузова Т.А.

ПЛАКАТ 3
Діаграма діяльності

Діаграма діяльності

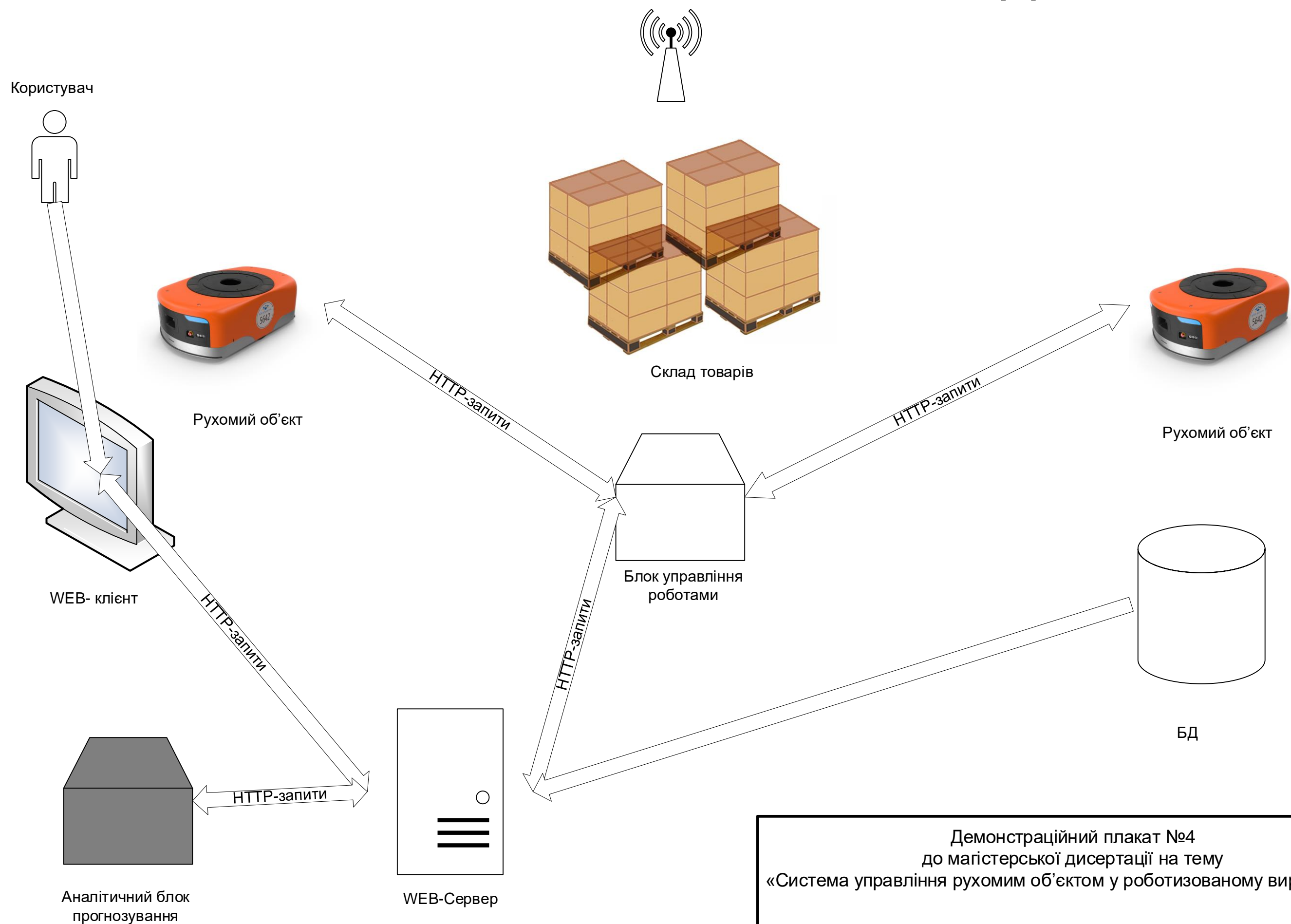


Демонстраційний плакат №3
до магістерської дисертації на тему
«Система управління рухомим об'єктом у роботизованому виробництві»

Розробив: Дем'янова Ю.О.
Прийняв: к.т.н., доцент Ліхоузова Т.А.

ПЛАКАТ 4
Автоматизований склад

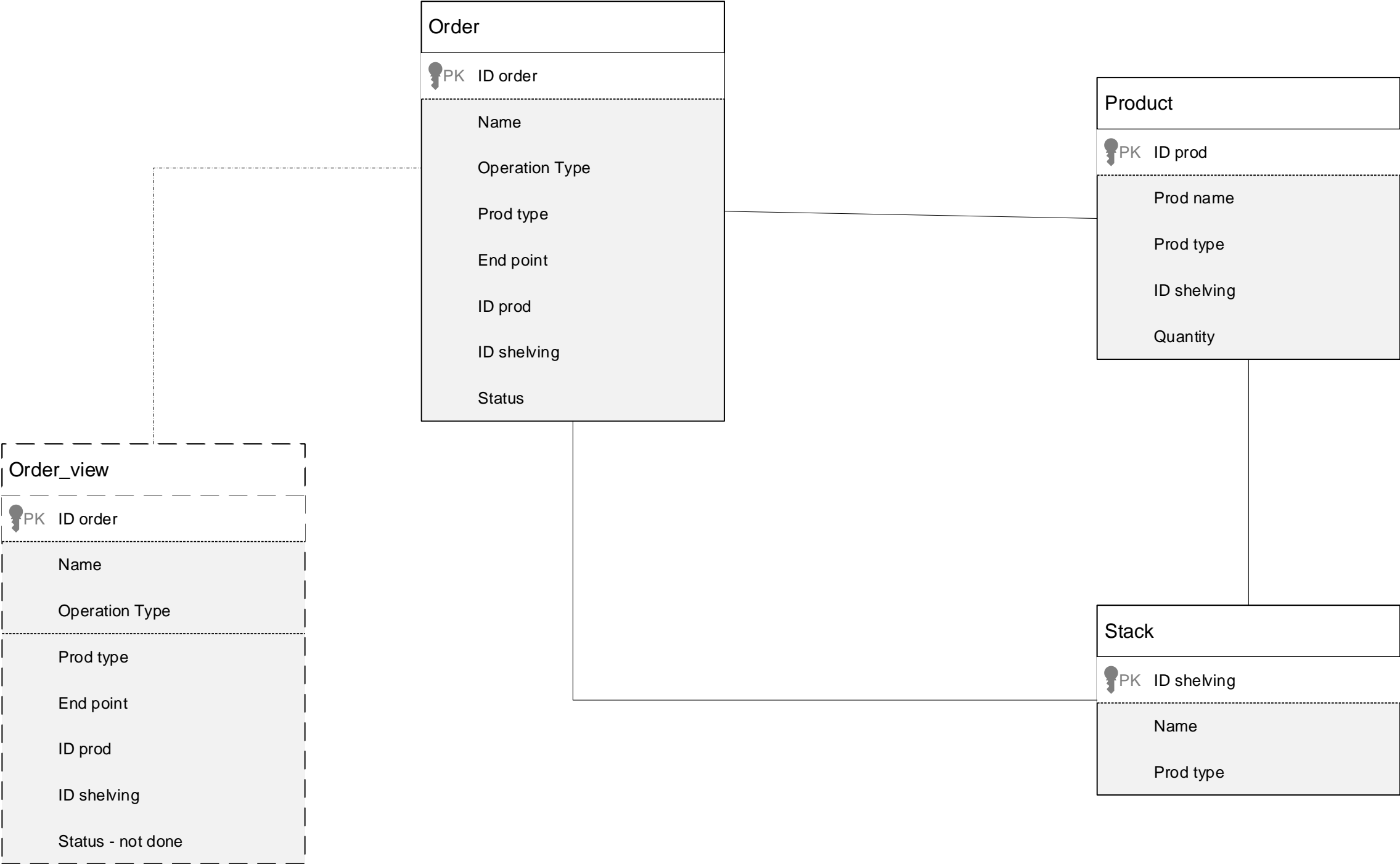
Автоматизований склад



Демонстраційний плакат №4
до магістерської дисертації на тему
«Система управління рухомим об'єктом у роботизованому виробництві»
Розробив: Дем'янова Ю.О.
Прийняв: к.т.н., доцент Ліхоузова Т.А.

ПЛАКАТ 5
Структура бази даних

Модель бази даних



Демонстраційний плакат №5
до магістерської дисертації на тему
«Система управління рухомим об'єктом у роботизованому виробництві»

Розробив: Дем'янова Ю.О.
Прийняв: к.т.н., доцент Ліхоузова Т.А.

ПЛАКАТ 6

Інтерфейс системи

Інтерфейс системи

Warehouse system

HomeManagePlace Order

Log In

Queue

ID	Task Name	Operation	Point	Type	Product	ID Shelf	Status
548	Material ordering	Charge	5	-	Product 1	1	Done
549	Material ordering	Charge	1	-	Product 4	5	Done
550	Material discharge	Discharge	-	-	Product 1	1	In progress
551	Material ordering	Charge	3	-	Product 3	4	In progress
552	Material ordering	Charge	4	-	Product 2	3	Not started


History


ID	Task Name	Operation	Point	Type	Product	ID Shelf	Status
258	Material ordering	Charge	5	-	Product 1	1	Done
951	Material ordering	Charge	1	-	Product 4	5	Done
845	Material discharge	Discharge	Dispatch	-	Product 1	1	Done
564	Material ordering	Charge	3	-	Product 3	4	Done
621	Material ordering	Charge	4	-	Product 2	3	Done
258	Material ordering	Charge	5	-	Product 1	1	Done
951	Material ordering	Charge	1	-	Product 4	5	Done
845	Material discharge	Discharge	Dispatch	-	Product 1	1	Done
564	Material ordering	Charge	3	-	Product 3	4	Done
621	Material ordering	Charge	4	-	Product 2	3	Done
258	Material ordering	Charge	5	-	Product 1	1	Done
951	Material ordering	Charge	1	-	Product 4	5	Done
845	Material discharge	Discharge	Dispatch	-	Product 1	1	Done
564	Material ordering	Charge	3	-	Product 3	4	Done
621	Material ordering	Charge	4	-	Product 2	3	Done
258	Material ordering	Charge	5	-	Product 1	1	Done
951	Material ordering	Charge	1	-	Product 4	5	Done
845	Material discharge	Discharge	Dispatch	-	Product 1	1	Done
564	Material ordering	Charge	3	-	Product 3	4	Done
621	Material ordering	Charge	4	-	Product 2	3	Done
258	Material ordering	Charge	5	-	Product 1	1	Done
951	Material ordering	Charge	1	-	Product 4	5	Done
845	Material discharge	Discharge	Dispatch	-	Product 1	1	Done
564	Material ordering	Charge	3	-	Product 3	4	Done
621	Material ordering	Charge	4	-	Product 2	3	Done
258	Material ordering	Charge	5	-	Product 1	1	Done
951	Material ordering	Charge	1	-	Product 4	5	Done
845	Material discharge	Discharge	Dispatch	-	Product 1	1	Done
564	Material ordering	Charge	3	-	Product 3	4	Done
621	Material ordering	Charge	4	-	Product 2	3	Done

< 1 2 ... 12 >

Sign Up

Already a member? [Log In](#)

 Sign up with Facebook

 Sign up with Google

or

Sign up with email

Warehouse system

HomeManagePlace Order

Ju

Products

ID	Products	Count
258	Lamp	12
951	Mouse	42
845	Keyboard	21
564	Laptop	2
621	Monitor	6
258	Bottle	32
951	Cup	11

Add product

Users

ID	Users
258	test@test.com
951	test1@test.com
845	test2@test.com
564	test3@test.com
621	test4@test.com
258	test5@test.com
951	test6@test.com

Add user

Add product

Name

Add

Add user

Name

Email

Pass

Place your order

Product Name *

Put product name here

Order type *

Order type

Place order

Демонстраційний плакат №6
до магістерської дисертації на тему
«Система управління рухомим об'єктом у роботизованому виробництві»

Розробив: Дем'янова Ю.О.
Прийняв: к.т.н., доцент Ліхоузова Т.А.

ДОДАТОК Б

Перевірка на співпадіння